



Universidad Autónoma del Estado de México

---

Centro Universitario UAEM Tenancingo



**VARIABLES MORFOLÓGICAS DE GERBERA (*Gerbera hybrida*) ASOCIADAS A  
LA INCIDENCIA DE MOSCA BLANCA (*Trialeurodes vaporariorum*)**

**TESIS**

QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN FLORICULTURA**

**PRESENTA:**

**Daniela Espinoza Gutierrez**

**DIRECTOR**

**Dr. Jaime Mejía Carranza**

**ASESORES**

**M. en C. Santa Mayra Alcantar Acosta**

**Dr. Ulises Yunuén Rosas López**

**Tenancingo, Estado de México, enero de 2020**

## RESUMEN

El cultivo de gerbera (*Gerbera 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 hojas y color de lígulas exteriores del capítulo floral de 10 genotipos de *G. hybrida* y su relación con la incidencia de *T. vaporariorum*. La investigación se realizó en los invernaderos del Centro Universitario UAEM Tenancingo, en el Estado de México. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con 10 repeticiones. La infestación del insecto fue natural al inicio de la emisión del capítulo floral. A los 30 (Inicio de emisión de pedúnculo floral) y 55 (floración a punto de corte) días después de la infestación se contabilizaron ninfas al centro del envés de la hoja en 1 cm<sup>2</sup> y el número de adultos por hoja; también se midió el número, largo, ancho, pubescencia y profundidad de incisión en tercio central del envés de las hojas y el color de lígulas exteriores del capítulo floral. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) entre genotipos en la incidencia del insecto y el número, largo, ancho, pubescencia y profundidad de incisión en tercio central del envés de las hojas. El ancho de la hoja se correlacionó positivamente con el total de insectos (ninfas + adultos) ( $r=0.77$ ,  $p \leq 0.05$ ) y con adultos ( $r = 0.81$ ,  $p \leq 0.05$ ), también la profundidad de incisión de la hoja se correlaciono positivamente ( $r= 0.56$ ,  $p \leq 0.05$ ) con el total de insectos (ninfas + adultos); pero no hubo correlación de la incidencia con la pubescencia denotada por el número de tricomas. El color de la lígula no fue específico para la incidencia del insecto, lo que indicó que en ninguno de los colores de los genotipos analizados, rosa, blanco, amarillo y rojo, fue de preferencia particular para la mosca blanca. Los resultados indicaron amplia variación entre los genotipos en la incidencia de mosca blanca y también variación morfológica de las variables evaluadas entre genotipos, donde el tamaño de la hoja influye en una mayor incidencia del insecto.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	II
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VII
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. ANTECEDENTES .....	3
2.1 Importancia de la floricultura a nivel mundial.....	3
2.2 Importancia de la floricultura en México.....	5
2.3 Clasificación de las Asteráceas.....	7
2.4 Importancia de la familia Asteraceae.....	8
2.3 Origen y distribución de la gerbera.....	10
2.4 Clasificación taxonómica de <i>G. hybrida</i> .....	10
2.5 Características morfológicas de <i>Gerbera</i> spp.....	11
2.5.1 Sistema de raíces .....	12
2.5.2 Tallo .....	12
2.5.3 Hojas.....	13
2.5.4 Pedúnculo .....	14
2.5.5 Capítulo .....	15
2.5.6 Fruto .....	18
2.6 Enfermedades en gerbera.....	19
2.6.1 Enfermedades no infecciosas .....	20
2.6.2 Enfermedades fungosas.....	20
2.6.3 Enfermedades por Oomycetes.....	22
2.6.4 Enfermedades virosas.....	22
2.7 Plagas en gerbera .....	23
2.7.1 <i>Tarsonemus pallidus</i> .....	23
2.7.2 <i>Tetranychus urticae</i> .....	24
2.7.3 <i>Liriomyza trifolii</i> .....	24
2.7.4 <i>Frankliniella occidentalis</i> .....	24
2.7.5 <i>Trialeurodes vaporariorum</i> .....	24
2.8 Variación natural.....	26
2.8.1 Variación genotípica .....	26

2.8.2 Variación fenotípica .....	27
2.9 Mecanismos de defensa de las plantas al ataque de insectos .....	29
III. JUSTIFICACIÓN .....	33
IV. HIPÓTESIS .....	34
V. OBJETIVOS .....	34
5.1 Objetivo general .....	34
5.2 Objetivos específicos .....	34
VI. MATERIALES Y MÉTODOS .....	35
6.1 Localización del experimento .....	35
6.2 Material vegetativo .....	35
6.3 Establecimiento del experimento .....	35
6.4 Manejo agronómico .....	36
6.5 Diseño experimental .....	37
6.6 Variables evaluadas .....	37
6.6.1 Incidencia de <i>T. vaporariorum</i> .....	37
6.6.2 Variables morfológicas .....	38
6.7 Análisis estadístico .....	41
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	42
7.1 Incidencia de <i>T. vaporariorum</i> .....	42
7.2 Largo de hoja .....	43
7.3 Ancho de hoja .....	44
7.4 Numero de hojas .....	45
7.5 Pubescencia de la hoja .....	45
7.6 Profundidad de las incisiones en el tercio central de la hoja .....	46
7.7 Color de lígulas exteriores del capítulo .....	47
7.8 Análisis de asociación para el color de lígulas exteriores del capítulo floral en gerbera y la incidencia de <i>T. vaporariorum</i> .....	48
7.9 Análisis de correlación .....	50
8.0 Discusión general .....	51
VIII. CONCLUSIONES .....	52
IX. LISTA DE REFERENCIAS .....	52

X. ANEXOS .....	71
-----------------	----

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Especies de plantas de macetas con flores y flores cortadas más comercializadas en el mundo (Chandler y Brugliera, 2010). .....	4
<b>Cuadro 2.</b> Especies de plantas ornamentales cultivadas en México .....	5
<b>Cuadro 3.</b> Solución nutritiva para gerbera (Sirin, 2011).....	36
<b>Cuadro 4.</b> Matriz de correlación Pearson para ocho variables medidas en 9 genotipos de <i>G. hybrida</i> . .....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Principales especies cultivadas en el sur del Estado de México .....	6
<b>Figura 2.</b> Especies de la familia Asteraceae de uso ornamental.....	9
<b>Figura 3.</b> Localización de Transvaal, al sur de África. ....	10
<b>Figura 4.</b> a) Raíz pivotante en plántula de gerbera, b) raíz pivotante y raíces fasciculares en planta joven de gerbera, c) raíces fasciculares en planta adulta de gerbera. ....	12
<b>Figura 5.</b> Tallo en planta de gerbera.....	13
<b>Figura 6.</b> Hojas en planta de gerbera agrupadas en roseta. ....	14
<b>Figura 7.</b> Variación en hojas lanceoladas de gerbera. ....	14
<b>Figura 8.</b> Pedúnculo floral con grosor y longitud variable acorde a tipos de gerbera. a) base semileñosa de pedúnculo floral, b) base de pedúnculo floral aterciopelado. ....	15
<b>Figura 9.</b> Capítulo de gerbera formado desde el exterior hasta el interior. a) corte transversal de capítulo floral de gerbera y sus partes: b) receptáculo c) flor femenina, d) flor hermafrodita, e) flor masculina en gerbera.....	17
<b>Figura 10.</b> Inflorescencias en capítulo de gerbera (MAPA, 2011).....	18
<b>Figura 11.</b> Fruto de gerbera. ....	18
<b>Figura 12.</b> Ciclo biológico de <i>T. vaporariorum</i> , que muestra las distintas etapas de su desarrollo (Cardona et al., 2005).....	25
<b>Figura 13.</b> Genotipos de gerbera empleados para descripción morfológica de hoja en esta investigación. ....	35
<b>Figura 14.</b> Diseño experimental de bloques al azar con diez repeticiones por genotipo de gerbera. (Créditos Alcantar, 2018).....	37
<b>Figura 15.</b> Largo de hoja en gerbera (LH). ....	38
<b>Figura 16.</b> Ancho de hoja en gerbera (AH).....	39
<b>Figura 17.</b> Forma en la que se tomó el dato de pubescencia en hoja de gerbera.....	40
<b>Figura 18.</b> Profundidad de incisión en el tercio central del envés de la hoja de gerbera. ....	40
<b>Figura 19.</b> Visualización de color de lígulas en un capítulo floral de gerbera. ....	41
<b>Figura 20.</b> Incidencia de mosca blanca <i>T. vaporariorum</i> en 10 genotipos de <i>G. hybrida</i> (ninfas + adultos) en dos etapas fenológicas (emisión de capitulo 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 capitulo floral, letras minúsculas= comparación de medias en floración. ....	42
<b>Figura 21.</b> Largo de la hoja (cm) en 10 genotipos de <i>G. hybrida</i> 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. ....	43
<b>Figura 22.</b> Ancho de la hoja (cm) en 10 genotipos de <i>G. hybrida</i> 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. ....	44
<b>Figura 23.</b> Número de hojas en 10 genotipos de <i>G. hybrida</i> 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.....	45
<b>Figura 24.</b> Pubescencia de la hoja en 9 genotipos de <i>G. hybrida</i> . Barras con la misma letra no difieren significativamente ( $P \leq 0.05$ ). Barras de error son error estándar. Letras mayúsculas= comparación de medias. ....	46
<b>Figura 25.</b> Profundidad de incisión en el tercio central de la hoja en 9 genotipos de <i>G. hybrida</i> . Barras con la misma letra no difieren significativamente ( $P \leq 0.05$ ). Barras de error son error estándar. Letras mayúsculas= comparación de medias. ....	47
<b>Figura 26.</b> a) Profundidad de incisión en genotipo Lisieka, b) Profundidad de incisión en genotipo Andrea. ....	47
<b>Figura 27.</b> Colores obtenidos en nueve genotipos de <i>G. hybrida</i> .....	48
<b>Figura 28.</b> Incidencia de <i>T. vaporariorum</i> representada con los colores del capítulo floral de 9 genotipos de <i>G. hybrida</i> . ....	49

## I. INTRODUCCIÓN

En México, la floricultura es una actividad económica importante distribuida en diferentes estados. En el Estado de México, particularmente en su región sur, la derrama económica por generación de empleos tanto directos como indirectos es de un valor de 5995 millones de pesos anuales (Andrade y Castro, 2018). De acuerdo con el SIAP (2017), las especies más cultivadas en dicha región y en orden de importancia son crisantemo (*Dendranthema grandiflora* (Ramat) Kimatura), rosa (*Rosa hybrida* L.), gladiolo (*Gladiolus grandiflorum* L.), lilies (*Lilium* spp.) y gerbera (*G. hybrida*). La superficie cultivada de esta última especie es de 100 ha distribuidas principalmente en los municipios de Villa Guerrero, Tenancingo, Coatepec Harinas y Zumpahuacán (SIAP, 2017).

El cultivo de estas especies y específicamente el de la gerbera enfrentan problemas fitosanitarios a través de su producción. Uno de ellos es la plaga insectil *T. vaporariorum* Westwood, 1856 (Hemiptera: Aleyrodidae) comúnmente llamada mosca blanca (Ruíz *et al.*, 2009; Parrella *et al.*, 2014), cuyos adultos y ninfas al alimentarse de las hojas demeritan el rendimiento y calidad de las flores al corte (Meeke, 2001).

El manejo de *T. vaporariorum* es principalmente por aplicaciones de insecticidas químicos, cuyo uso continuo promueve el desarrollo de resistencia de la plaga y la disminución de insectos benéficos como parasitoides y depredadores (Kapantaidaki *et al.*, 2018). Por lo tanto, es necesaria la implementación de alternativas ambientalmente amigables para el manejo de esta plaga, entre estas el desarrollo de plantas resistentes a partir de fuentes genéticas presentes en la variación natural de este complejo híbrido y otras especies del mismo género (Yousaf *et al.*, 2019), representadas en más de 200 variedades cultivadas a través del tiempo en la región e incluso silvestres (Katinas, 1998). Dentro de esta variabilidad se encuentra la variabilidad morfológica y bioquímica.

La variabilidad bioquímica como un mecanismo de resistencia se debe en parte a los niveles elevados de compuestos fenólicos que limitan la entrada de insectos en la planta (García *et al.*, 2003). Mientras que la variación morfológica refiere la variabilidad en diferentes órganos de la planta como las hojas, las cuales entre variedades o especies pueden diferir en grosor de cutícula, densidad de tricomas o profundidad de invaginaciones, características que

pueden limitar la presencia de insectos y por lo tanto representar un mecanismo de resistencia para las plagas (Berlinger, 1986; Handley *et al.*, 2005; Tocho *et al.*, 2012).

Adicional a la variación intraespecífica de *G. hybrida*, observada en su vasto número de variedades generadas, existen más de 50 especies del género *Gerbera*, distribuidos en América del Sur, Asia tropical, África (Bañon *et al.*, 1993) e incluso México (Katinas, 1998), las cuales pueden ser aprovechadas para la selección y desarrollo de variabilidad en la búsqueda de materiales resistentes a diferentes plagas, como la mosca blanca. Es por ello que el objetivo de esta investigación fue comparar la variación morfológica de hojas y color de lígulas exteriores del capítulo floral de 10 genotipos de *G. hybrida* y su relación con la incidencia de *T. vaporariorum*.

## II. ANTECEDENTES

### 2.1 Importancia de la floricultura a nivel mundial

La industria de la floricultura se puede definir como el cultivo, producción y comercialización de plantas vivas, bulbos, cebollas, tubérculos, raíces tuberosas, turiones y rizomas, también esquejes e injertos, flores y capullos (cortados para ramos o adornos, frescos, secos, blanqueados, teñidos, impregnados o preparados de otra forma), así como follaje, hojas, ramas y demás partes de plantas, sin flores ni capullos y hierbas, musgos y líquenes, para ramos o adornos frescos (Van Uffelen y de Groot, 2005; Ramírez y Avitia-Rodríguez, 2017). La producción de flores se ha convertido en una actividad económicamente importante dentro de la industria hortícola en el mundo proporcionando notables ingresos por unidad de superficie. Se estima que el valor global es de 100-150 mil millones de euros (US \$ 150 mil millones) con los principales mercados de Europa, América del Norte y Japón (Chandler y Tanaka, 2007; EMG Consultores, 2007; Yong, 2010; Samaniego *et al.*, 2012). Algunas economías como Holanda, Colombia e Israel dependen de la industria de la floricultura. Otros países como Ecuador, Kenia, Israel, Costa Rica, Tailandia, Polonia, India, China, República de Corea y México han surgido como productores globales y exportadores de plantas principalmente a E.E. U.U. y Europa (Export-Import Bank de India, 2006).

En la actualidad, el consumo de flores y plantas ha ido en aumento, esto debido a los diferentes usos para los que se emplean los productos florales tales como en celebraciones religiosas, bodas, funerales, e incluso para uso personal o para detalles especiales (Tzavaras *et al.*, 2010). Las flores de corte son bienes lujosos, cuyo consumo está relacionado con el nivel de ingresos, tendencias de la moda, hábitos, gustos y preferencias de las personas; ello hace que su demanda sea inestable y variable en el tiempo, no obstante destaca como uno de los detonadores económicos más importantes del sector agrícola (EMG Consultores, 2007). Entre las especies de plantas de maceta con flores y flores cortadas más comercializadas en el mundo (Cuadro 1) (Chandler y Brugliera, 2010).

**Cuadro 1.** Especies de plantas de macetas con flores y flores cortadas más comercializadas en el mundo (Chandler y Brugliera, 2010).

<b>Especies de flores cortadas</b>	<b>Especies de plantas en macetas con flores</b>
<i>Alstroemeria</i> spp.	<i>Saintpaulia ionantha</i> Wendl.
<i>Dianthus caryophyllus</i> L.	<i>Rhododendron indicum</i> L.
<i>Chrysanthemum</i> spp.	<i>Begonia</i> spp.
<i>Freesia hybrida</i>	<i>Chrysanthemum</i> spp.
<i>G. hybrida</i>	<i>Cyclamen persicum</i> Mill.
<i>Hypericum perforatum</i> L.	<i>Hydrangea</i> spp.
<i>Iris germanica</i> L.	<i>Kalanchoe daigremontiana</i> Hamet et Perr.
<i>Lirio</i> spp.	<i>Lirio</i> spp.
<i>Eustoma grandiflorum</i> [Raf.] Shinn	<i>Pelargonium hortorum</i> Bailey
<i>Rosa</i> sp.	<i>Petunia hybrida</i>
<i>Tulipán gesneriana</i> L.	<i>Phalenopsis</i> spp.
	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd.
	<i>Primula vulgaris</i> Huds.
	<i>Rosa</i> sp.

## 2.2 Importancia de la floricultura en México

México es uno de los países que tiene amplio potencial de crecimiento en este sector, posee regiones con clima perfecto y gran variedad de flora natural para el desarrollo de casi todos los cultivos, mano de obra suficiente, mercado doméstico grande y cercano a Estados Unidos de América, que es uno de los países consumidores más importantes del mundo (Tejeda-Sartorius, y Arévalo-Galarza, 2012; Tejeda-Sartorius *et al.*, 2015). En 2017, alrededor de 18 903 ha de tierras agrícolas se utilizaron para el cultivo de flores, con diferentes especies (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Especies de plantas ornamentales cultivadas en México

<i>Agapanthus africanus</i> L.	<i>Jacobaea marítima</i> L.	<i>Helianthus annuus</i> L.	<i>Veitchia merrillii</i> Becc.
<i>Zantedeschia aethiopica</i> Spreng.	(L.) <i>Dianthus caryophyllus</i> L.	<i>Gladiolus</i> spp.	<i>Viola wittrockiana</i> Gams.
<i>Erysimum cheiri</i> (L.) Cranz.	<i>Chrysanthemum</i> spp.	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.)	<i>Petunia hybrida</i>
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	<i>Cyclamen persicum</i> Mill.	<i>Hydrangea</i> spp.	<i>Chrysanthemum</i> spp.
<i>Alstroemeria aurea</i> Graham	<i>Dhalia</i> spp.	<i>Lilium candidum</i> L.	<i>R. hybrida</i>
<i>Anthurium andreanum</i> Lind.	<i>Eucalyptus cinerea</i> F. Muell. ex Benth	<i>Limonium sinuatum</i> L.	<i>Solidago canadensis</i> L.
<i>Fuchsia hybrida</i>	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	<i>Celosia cristata</i> L.	<i>Phalaris canariensis</i> L.
<i>Aster</i> spp.	<i>Alpinia purpurata</i> Viell.	<i>Bellis perennis</i> L.	<i>Tulipan gesneriana</i> L.
<i>Strelitzia reginae</i> Ait.	<i>Eustoma russellianum</i> Griseb.	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd.	<i>Tagetes erecta</i> L.
<i>Begonia</i> spp.	<i>Antirrhinum majus</i> L.	<i>Gypsophila paniculata</i> L.	<i>Chamaedorea elegans</i> Mart.

---

*Impatiens hawkeri* *Geranium phaeum* *Cymbidium spp.* *G. hybrida.*  
Bull. L.

---

*Kalanchoe  
blossfeldiana*  
Poelln.

---

Fuente SIAP, (2017).

El principal productor de corte en el país es el Estado de México en su llamado “corredor florícola” integrado por los municipios de Villa Guerrero con 764, 757 ha, Tenancingo con 314, 900 ha, Coatepec Harinas con 73, 250 ha y Zumpahuacán con 19, 960 ha. En los cuales las principales especies que se cultivan son crisantemo, rosa, gerbera, liliun y gladiola (SIAP, 2017; Figura 1).



Crisantemo



Rosa



Gerbera



Lilium



Gladiola

**Figura 1.** Principales especies cultivadas en el sur del Estado de México

### 2.3 Clasificación de las Asteráceas

Un criterio de clasificación en las plantas es la presencia o ausencia de flores el cual permite dividir las plantas en dos grupos: sin flores y con flores. Dentro de las plantas sin flores se encuentran las criptógamas que no poseen vasos conductores estas incluyen helechos, musgos y hepáticas. Son las plantas de más temprana divergencia en la tierra y se caracterizan por vivir en ambientes húmedos y sombríos. Las plantas con flores y semillas presentan vasos conductores bien desarrollados y rígidos que les permiten mantenerse erguidas y adquirir mayor tamaño (Ciencias Naturaleza Andalucía, 2011).

Las plantas con flores (Angiosperma o Magnoliophyta) están presentes en el planeta desde el principio del periodo Cretácico, hace unos 140 millones de años, aunque estudios recientes sugieren que ya existían mucho antes, al menos desde el Jurásico, unos 20 o 30 millones de años atrás (Wikstrom *et al.*, 2001). Desde entonces han mostrado una diversificación ecológica y taxonómica sin comparación con otro grupo vegetal. Su notable riqueza se estima en más de 250, 000 especies y actualmente dominan prácticamente cualquier ecosistema terrestre. Las características morfológicas únicas de la división Magnoliophyta son la aparición de una flor completa con sépalos, pétalos, estambres y ovario aunque puede haber sufrido procesos de reducción o modificación, semillas encerradas en estructuras especiales (frutos) que resultan de la fecundación de la flor (Vargas, 2012).

Tradicionalmente, a las angiospermas se les ha agrupado en dos grandes clases taxonómicas: las monocotiledóneas (Liliopsida) y las dicotiledóneas (Magnoliopsida). Distintas fuentes de evidencia (Romero-Zarco, 2005; Cronquist, 1988 citado por Universidad Politécnica Valencia, 2003) indican que las dicotiledóneas aparecieron primero en la evolución del grupo y que las monocotiledóneas surgieron hasta casi finales del Cretácico (Villaseñor y Ortiz, 2014). Las monocotiledóneas se caracterizan por tener semillas con un solo cotiledón, órganos florales organizados en ciclos de tres y hojas con nervaduras paralelas; incluyen a las hierbas como lirios, azucenas, orquídeas y palmeras. Las dicotiledóneas se caracterizan por tener dos cotiledones, órganos florales organizados en ciclos de cuatro o cinco y hojas con nervaduras reticuladas, incluyen a los árboles (excepto las coníferas), la mayoría de las plantas ornamentales, entre otras (González, 1999). Las familias con mayor número de especies son Orchidaceae y Asteráceae (Vargas, 2012).

## 2.4 Importancia de la familia Asteraceae

La familia Asteraceae por su número de géneros y especies constituye el grupo más diverso de plantas vasculares sobre el planeta (Smith *et al.*, 2004). El nombre alternativo de Asteraceae es Compositae (*nomen conservandum*), antecede la propuesta Linneana y hace referencia a la conspicua disposición de la inflorescencia básica en la familia, un capítulo o cabezuela que semeja una flor (“pseudantio”), pero que en realidad son pocas a muchas flores sésiles e insertas en una estructura parecida a un cáliz denominado involucre, que es una estructura formada por un conjunto de brácteas involucrales (Small, 1917).

A nivel mundial se estima que la familia incluye entre 1,500 y 1,700 géneros y entre 24,000 y 30,000 especies (Katinas *et al.*, 2007; Funk *et al.*, 2009), distribuidos principalmente en la región del Mediterráneo en el Viejo Mundo, la región del Cabo en África, Australia, México y la Cordillera de los Andes en Sudamérica (Funk *et al.*, 2005), en países como Argentina (1,307), Brasil (1,966), Colombia (1,420), Ecuador (918) y Perú (1,432) (Katinas *et al.*, 2007; BFG, 2015, Rangel-Churio 2015).

México cuenta con 417 géneros y 3,113 especies, de las cuales 3,050 son especies nativas y de estas últimas 1,988 (63.9 %) son endémicas. Los géneros más relevantes, tanto por el número de especies como por su componente endémico, son *Ageratina* (164 y 135), *Verbesina* (164, 138) y *Stevia* (116, 95). Los estados con mayor número de especies son Oaxaca (1,040), Jalisco (956), Durango (909), Guerrero (855) y Michoacán (837) y los biomas con la mayor riqueza de géneros y especies son el bosque templado (1,906) y el matorral xerófilo (1,254) (Villaseñor, 2018).

La mayor parte de las asteraceas cultivadas son para uso ornamental como de flor de corte y jardinería son ampliamente cultivadas por lo atractivo de su inflorescencia, follaje o fructificación. Entre las destinadas a flor de corte destacan los “crisantemos” especies decorativas cuyas flores son liguladas, dando lugar a vistosos capítulos “compactos” o “dobles”, al igual que en la mayoría de las especies de los géneros de *Dahlia* spp., *D. grandiflora* y muchos cultivares de *Bellis perennis*, *Chrysanthemum leucanthemum* L., *Aster* spp., *Zinnia elegans* L., *Rudbeckia hirta* L., *Calendula officinalis* L., *Arctotis hybrida*, *Gaillardia hybrida* y *G. hybrida* (Del Vitto y Petenatti, 2015) (Figura 2).



**Dahlia**



**Crisantemo**



**Bellis**



**Margarita**



**Aster**



**Zinnia**



**Rudbeckia**



**Caléndula**



**Margarita africana**



**Gaillardia**



**Gerbera**

**Figura 2.** Especies de la familia Asteraceae de uso ornamental.

### 2.3 Origen y distribución de la gerbera

La planta de Gerbera es originaria de Transvaal (África del Sur) (Figura 3); también se conoce como margarita del Transvaal. Esta lleva el nombre de Trangott Gerber, un médico alemán que coleccionó muchas plantas, sobre todo en la península danesa de Jutlandia. El género *Gerbera* comprende numerosas especies como *G. jamensonii* H. Bolus; *G. viridifolia* D. C.; *G. asplenifolia* Lam. y *G. kunzeana* A. Br., sin embargo, la más comercializada y extendida es *G. hybrida*, que es el resultado de cruces de todas las anteriormente descritas y constituye un híbrido complejo (Arce *et al.*, 2017).



**Figura 3.** Localización de Transvaal, al sur de África.

### 2.4 Clasificación taxonómica de *G. hybrida*

La clasificación taxonómica de gerbera actualmente cultivada y con propósitos comerciales se describe a continuación (FTD Fresh, 2016):

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>Subreino:</b>	Tracheobionta
<b>Filo:</b>	Tracheophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Subclase:</b>	Asteridae
<b>Orden:</b>	Asterales
<b>Familia:</b>	Asteraceae
<b>Subfamilia:</b>	Mutisioideae
<b>Tribu:</b>	Mutisieae
<b>Género:</b>	<i>Gerbera</i>
<b>Especie:</b>	<i>G. hybrida</i>

### **2.5 Características morfológicas de *Gerbera* spp.**

La gerbera es una planta herbácea, vivaz, de crecimiento en roseta, cuyo cultivo puede durar varios años, aunque comercialmente solo interesa cultivarla durante dos o tres, según los cultivares y las técnicas de cultivo empleadas. A la intemperie no soporta temperaturas bajas (Soroa, 2005). En su hábitat natural durante el invierno se seca la hoja y en la primavera los brotes dispuestos a nivel del suelo emiten brotes, este descanso es causado por estrés hídrico al que las plantas están sujetas (Pedraza-Santos *et al.*, 2001; Soroa, 2005).

### 2.5.1 Sistema de raíces

El sistema de raíces es pivotante en condiciones naturales; en cambio en plantas cultivadas, son fasciculares y pivotantes, con una longitud de 60 a 80 cm, formando raíces adventicias y relativamente gruesas, cuando son jóvenes tienen numerosos pelos radicales. En las plantas adultas son numerosas, dando un aspecto de cabellera, alcanzando un diámetro de 0.5 cm; las de mayor edad adquieren un color café y no presentan pelos (Figura 4) (Vidalie, 1992; Pedraza-Santos *et al.*, 2001).



**Figura 4.** a) Raíz pivotante en plántula de gerbera, b) raíz pivotante y raíces fasciculares en planta joven de gerbera, c) raíces fasciculares en planta adulta de gerbera.

### 2.5.2 Tallo

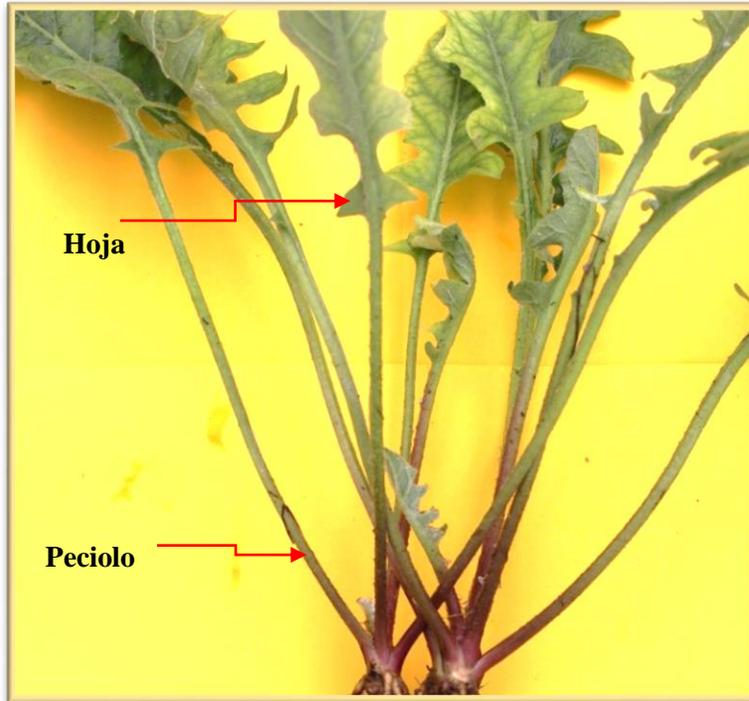
El tallo presenta entrenudos cortos, quedando los nudos dispuestos unos sobre otros, formando lo que se conoce como “corona” (Figura 5) (Mascarini, 2005; Soroa, 2005).



**Figura 5.** Tallo en planta de gerbera.

### 2.5.3 Hojas

Las hojas tienen largos peciolo y su color varía en tonalidades desde el verde-amarillo hasta el verde-grisáceo, son brillantes, alcanzan longitud de 20 a 40 cm, dependiendo del cultivar (Figura 6) (Oszkinis y Lisiecka, 1990). Crecen más o menos verticalmente hacia arriba, son elípticas, lanceoladas, pubescentes, ligeramente hendidas en los bordes o lisas (Figura 7) y agrupadas en forma de roseta (Figura 6). En las axilas de las hojas se encuentran las yemas axilares, de las cuales se originan vástagos laterales que forman sus propias raíces y rosetas de hojas, dando origen a rizomas (Bañon *et al.*, 1993; Mascarini, 2005; Soroa, 2005). De algunas de ellas surgirán los brotes florales, que van a desarrollar vástagos o pedúnculos con inflorescencia terminal en capítulo (Bañon *et al.*, 1993).



**Figura 6.** Hojas en planta de gerbera agrupadas en roseta.



**Figura 7.** Variación en hojas lanceoladas de gerbera.

#### **2.5.4 Pedúnculo**

El pedúnculo puede ser de distinto grosor y su longitud depende del cultivar y de las condiciones medioambientales existentes. En su base es parcialmente leñoso, a veces aterciopelado (Figura 8) y en la parte superior es vacío por dentro (Bañon *et al.*, 1993). Las características del pedúnculo tienen fundamental importancia en la determinación de la calidad comercial de esta especie. El grado de rectitud, el grosor, la longitud del mismo

influyen en la duración de la vida en florero (Gomez-Gomez, 2010; Perik *et al.*, 2012). Es aconsejable que el pedúnculo no sea demasiado largo, no debiendo superar los 60 cm, para así favorecer la absorción del agua y la resistencia para evitar que el tallo se doble (Aragon 1998, citado en Soroa, 2005)

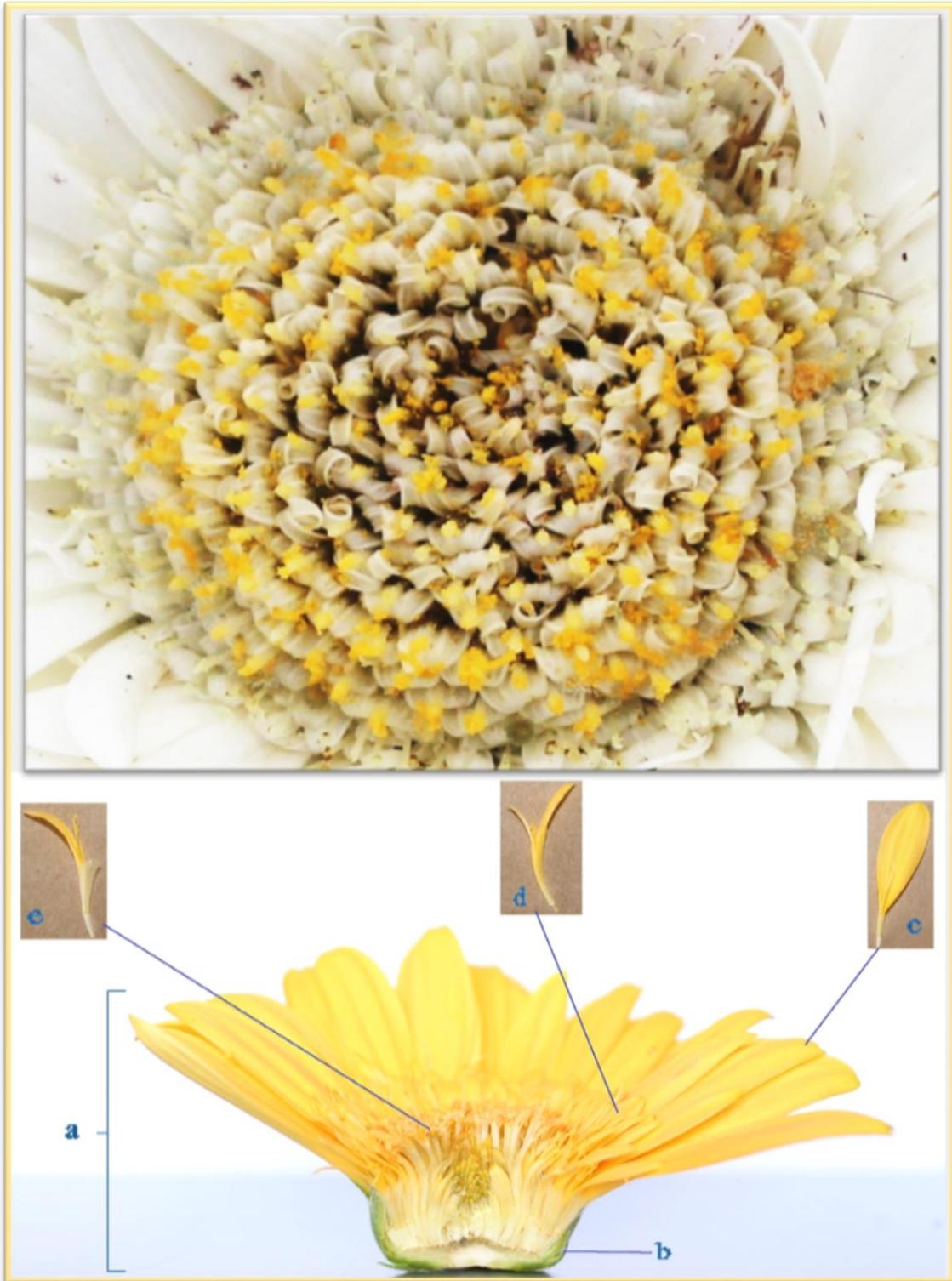


**Figura 8.** Pedúnculo floral con grosor y longitud variable acorde a tipos de gerbera. a) base semileñosa de pedúnculo floral, b) base de pedúnculo floral aterciopelado.

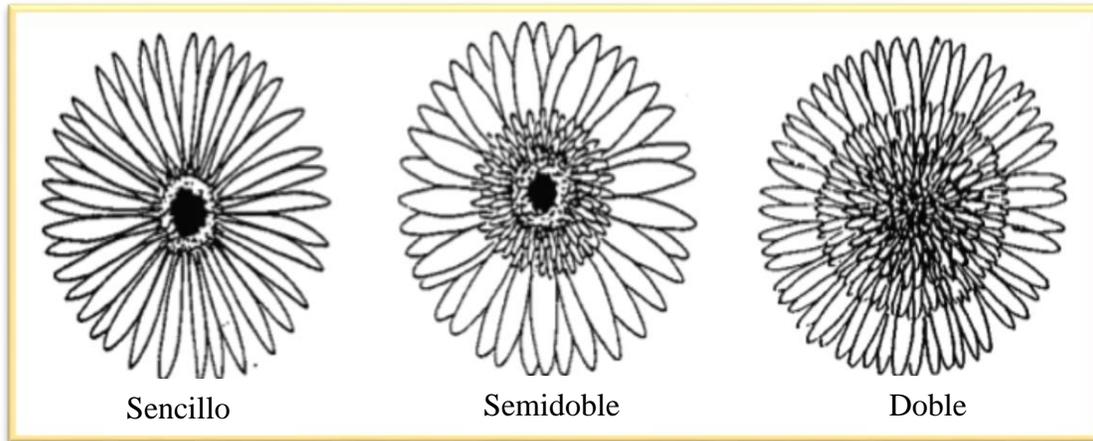
### 2.5.5 Capítulo

Se le llama capítulo a la inflorescencia, se encuentra colocado individualmente sobre largos pedúnculos. El capítulo está formado desde el exterior hacia el interior, por varias filas concéntricas de flores femeninas liguladas, normalmente una fila de flores hermafroditas no funcionales y en el centro las flores masculinas (Figura 9). Esta forma de maduración dificulta la autopolinización de las flores; sin embargo, es útil para decidir el momento

oportuno de la cosecha, el cual está determinado por el número de filas de flores masculinas, identificables a simple vista por la presencia del polen (Wernett *et al.*, 1996; Trujillo-Villagarcía *et al.*, 2006). Las flores liguladas son de forma y espesor variables y de amplia gama de colores según variedades. Para la clasificación varietal de la gerbera, además del color de la inflorescencia, se utilizan los términos de inflorescencias simples, semidobles y dobles, según el número, disposición y tamaño de las coronas de flores liguladas (Figura 10). También se emplea el término corazón negro o verde según sea el color de la parte central de la inflorescencia (Oszkinis y Lisiecka, 1990; Bañon *et al.*, 1993). Las lígulas son suaves y solitarias y se presentan en pedúnculos filosos de 5 a 12 cm de diámetro, son comúnmente denominadas “pétalos” debido a que presentan colores muy característicos que permite diferenciar un cultivar de otro. Las flores presentan gran diversidad de colores: blanco, crema, amarillo, amarillo-limón, rosa, salmón, anaranjado, rojo, rojo-ladrillo, escarlata, castaño, coral, violeta, etc., según sea el cultivar, y de ello también dependerá el color de las flores masculinas ya que se pueden presentar diferentes tonos como: amarillo, rosa, verde, negro, ya que las inflorescencias dobles pueden ser bicolors (Vidalie, 1992). Solo las flores liguliformes y las tubuladas exteriores son aptas para la fecundación y formación de semillas. En la calidad de comercialización se toma en cuenta el diámetro de la circunferencia que forman los extremos exteriores de las lígulas de la inflorescencia (Gomez-Gomez, 2010).



**Figura 9.** Capítulo de gerbera formado desde el exterior hasta el interior. a) corte transversal de capítulo floral de gerbera y sus partes: b) receptáculo c) flor femenina, d) flor hermafrodita, e) flor masculina en gerbera.



**Figura 10.** Inflorescencias en capítulo de gerbera (MAPA, 2011).

### 2.5.6 Fruto

Después de la polinización, que es entomófila, la corona, los estambres y el cuello del pistilo se caen formándose el fruto, que es un aquenio, acostillado, de coloración marrón claro a marrón oscuro; presenta un vilano, corona de pelos que sirven de ayuda para su dispersión por el aire; en el extremo posterior mide 8 a 10 mm de longitud (Figura 11). Cada fruto contiene una semilla. Una flor produce aproximadamente 50 semillas (1 g con 200 semillas aproximadamente) con facultad germinativa corta de 1 a 2 meses (Bañon *et al.*, 1993; Vidalie, 1992).



**Figura 11.** Fruto de gerbera.

## **2.6 Enfermedades en gerbera**

La enfermedad en plantas es la condición anormal y perjudicial fisiológica, producida por agentes vivos, tales como hongos, bacterias, nematodos y virus, así como también por condiciones del ambiente en que se desarrolla (Pscheidt, 2003). Esta alteración llega a ser significativa (evidente) y es continua. Las células y tejidos afectados comúnmente se debilitan y/o destruyen a causa de los agentes que producen la enfermedad, por lo tanto, la capacidad de estas células para llevar a cabo sus funciones normales disminuye o se anula por completo, como resultado la planta muere o disminuye su crecimiento (Cadenas, 2015). Para que una enfermedad de plantas pueda ocurrir deben estar presentes tres condiciones: la planta huésped debe ser susceptible, un patógeno activo vivo y el ambiente debe ser adecuado y favorable para que la enfermedad se pueda desarrollar. Estos tres factores deben ocurrir paralelamente, ya que si uno o más no está presente o no es favorable la enfermedad no ocurrirá (Pscheidt, 2003).

Otro factor importante es el hombre, quien a través de las prácticas culturales de cultivo puede generar acciones que favorezcan el desarrollo o la disminución de la ocurrencia de enfermedades, por ejemplo al fraccionar, mover, incorporar restos de cultivo infectados y en consecuencia redistribuir los patógenos al rotar los cultivos, al retrasar o acelerar la siembra o la cosecha, al sembrar en surcos elevados o en surcos más espaciados, al proteger la superficie de las plantas con agroquímicos antes de las lluvias, al controlar la humedad en las áreas de almacenamiento de productos, etc. La habilidad de escoger el momento oportuno de las actividades humanas relacionadas con el cultivo y protección de las plantas puede afectar las diferentes combinaciones de esos componentes, afectando por tanto la magnitud de las enfermedades en cada una de las plantas y en toda la población. El componente humano algunas veces se ha utilizado en lugar del componente tiempo en el tetraedro de la enfermedad, y debe considerarse como un componente distinto que afecta directa e indirectamente el desarrollo de las enfermedades de las plantas (Monterroso, 2015; Agrios, 2005).

### **2.6.1 Enfermedades no infecciosas**

Las enfermedades no infecciosas son ocasionadas por temperaturas extremas, falta de oxígeno, falta o exceso de luz, y humedad en el suelo, deficiencia de nutrimentos, toxicidad mineral, acidez o alcalinidad de los suelos, prácticas agrícolas inadecuadas, toxicidad por plaguicidas y contaminantes atmosféricos (Cadenas, 2015). Entre estas se encuentran clorosis, deformación de inflorescencias, etc.

La clorosis se debe a la desaparición o falta de clorofila en las hojas. Estas se tornan de color verde pálido o amarillento, primero a nivel de las nervaduras y después sobre toda la superficie de la lámina foliar. Las causas pueden ser variables como es la deficiencia de Ca y falta de luz (Cadenas, 2015).

La deformación de las inflorescencias se presenta en la primavera o a fines de otoño aparece el fenómeno de desarrollo unilateral de las flores en las inflorescencias. La causa probable es una temperatura por debajo de 10 °C correlacionada con una amplia falta de luz (Oszkinis y Lisiecka, 1990).

### **2.6.2 Enfermedades fungosas**

Estas son causadas por hongos, que es el grupo más grande de fitopatógenos. Por lo general, los hongos son organismos multicelulares formados por hifas, cuando estas se reúnen en masa forman el micelio. El crecimiento adicional del micelio puede producir estructuras especializadas donde forman las esporas sexuales o asexuales. Las características de las esporas, las estructuras reproductoras y el micelio son de utilidad para identificar y diagnosticar las enfermedades producidas por hongos. Algunos son capaces de sobrevivir y crecer sin una planta hospedera viva, otros requieren una asociación cercana con su planta hospedera y se mueren si no están con tal planta (Pscheidt, 2003).

Entre las enfermedades fungosas que causan el marchitamiento y muerte de gerbera se reportan *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold, *Fusarium oxysporum* Schldt, *Sclerotinia sclerotiorum* de Bary, *Erysiphe cichoracearum* DC y *Botrytis cinérea* Pers.

#### **2.6.2.1 *V. albo-atrum***

El marchitamiento de la gerbera causado por *V. albo-atrum* es consecuencia posterior a la infección de *P. cryptogea* los primeros síntomas externos consisten en el cambio de color y marchitamiento de las hojas; el hongo se introduce en la planta por el suelo y ataca los tejidos de conducción de la base del vástago, el micelio crece sobre los tejidos conductores lo cual evita el transporte de agua y sales minerales a las hojas lo que ocasiona una apariencia suave, flácida, amarillenta y al final se oscurecen y se secan (Agrios, 2005).

#### **2.6.2.4 *F. oxysporum***

El hongo provoca marchitamiento por la pérdida de agua debido a que impide su absorción por las raíces el desarrollo de esta es lento causa infección de la base del vástago, primero toma un color café oscuro y después se descompone y se pudre, las hojas se tornan amarillas y se marchitan, las lígulas presentan un color irregular (Cadenas, 2005; Ferronato *et al.*, 2008).

#### **2.6.2.5 *S. sclerotiorum***

Este hongo es conocido como moho blanco; daña la base de las raíces hasta en pedúnculo floral, lo cual ocasiona el marchitamiento y muerte de la planta. Inicialmente aparecen manchas acuosas en el envés de las hojas y posteriormente presentan amarillamiento y muerte subsecuente. Los órganos infectados se pudren cubriéndose de micelio blanco algodonoso, y con esclerocios blancos que posteriormente se ennegrecen y endurecen, la humedad y la lluvia pueden agravar la enfermedad (Bolton *et al.*, 2006; Buechel, 2018).

#### **2.6.2.6 *E. cichoracearum***

Este hongo aparece raras veces en gerbera, se caracteriza por ocasiona manchas pulverulentas compuestas por micelio de color blanquecino que puede cubrir ambas caras de las hojas originando el debilitamiento y detención del crecimiento de las plantas y causando pérdida de la calidad comercial de las flores; además, muestra acción selectiva en relación a las variedades (INIA, 2016; Ferronato *et al.*, 2008).

#### **2.6.2.7 *B. cinerea***

El patógeno invade la base del tallo, de los peciolos de las hojas especialmente exteriores y las inflorescencias. En los lugares afectados los tejidos vegetales se vuelven de consistencia acuosa, comienzan a desintegrarse y se cubren con las esporas y micelio del hongo. Las hojas y los peciolos se marchitan y mueren. Los botones florales no infectados no se desarrollan totalmente y en la superficie aparece una capa gris del hongo. También pueden ser infectadas las semillas de gerbera, las cuales contribuyen a la propagación de la enfermedad (Benito *et al.*, 2000; Ferronato *et al.*, 2008).

### **2.6.3 Enfermedades por Oomycetes**

Los oomycetes tienen micelio que carece de septos y que producen oosporas (esporas de reposo) y zoosporangios o zoosporas (esporas asexuales) que afectan principalmente las estructuras que se localizan o se encuentran en contacto con el suelo como semillas, raíz, tubérculos y frutos (Agrios, 2005)

#### **2.6.3.1 *Phytophthora cryptogea***

El oomycete entra a la planta a través de las raíces y posteriormente dentro de estas ocasiona pudrición (Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes, OEPP, 2004), además llega a la base del cuello de la raíz y el tejido infectado comienza a desintegrarse, y las plantas enteras se marchitan por falta de agua y con el tiempo se mueren (Galarza, 2002).

#### **2.6.3.2 *Phytophthora palmivora***

Este oomycete infecta la base de los vástagos y los tallos florales, los síntomas iniciales de la enfermedad son manchas de color café claro, irregular acuosas con el paso del tiempo, los órganos infectados se marchitan y se mueren (Pérez-Sierra *et al.*, 2012).

### **2.6.4 Enfermedades virosas**

Las partículas de virus son pequeñas y son compuestas de filamentos moleculares estos son visibles con microscopio solamente cuando se encuentran reunidos en masa en una célula de una planta. Los virus utilizan las células para producir más virus, lo que puede causar que se desarrollen en la planta diversos colores, formas o estructuras extrañas. Algunas infecciones

víricas podrían no mostrar ningún síntoma en la planta, el contacto entre plantas infectadas por virus y plantas sanas puede transmitir infecciones a las plantas sanas. Los insectos, tales como los áfidos, escamas, o moscas blancas, arañas, además de hongos y nematodos e incluso las plantas parasíticas transmiten virus. Los virus pueden infectar también la semilla de una planta huésped, y así se transmiten a la siguiente generación (Pscheidt, 2003).

#### **2.6.4.1 Nicotiana virus**

Las plantas infectadas por este virus producen flores de coloración y forma anormal origina la aparición de manchas, rayas y anillos irregulares de color verde claro o blanquecino en las hojas, se transmite principalmente por inoculación mecánica, pero el tejido puede servir como fuente de infección a través de las raíces. El virus es muy persistente en ropa y en estructuras de invernadero, no transmisible a través de semillas o polen. Sin embargo, a menudo está presente en la capa de semilla (Broadbent, 1965; Galipienso *et al.*, 2014)

### **2.7 Plagas en gerbera**

La FAO (2016) define el término plaga como “cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal, o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales”. Para efectos de esta investigación no se considerará como plaga a los agentes patógenos dañinos ya descritos en los apartados anteriores. Greenwood y Halstead (2002), mencionan que los animales se convierten en una plaga cuando su actividad genera algún tipo de perjuicio para las plantas, esto se traduce por lo general en pérdida de vigor que va en detrimento de la fructificación o la floración, y en el caso de las plantas ornamentales de sus cualidades decorativas.

#### **2.7.1 *Tarsonemus pallidus***

Los individuos de esta especie de ácaros son imperceptibles a simple vista, son transparentes blanquecinos y de cuerpo blando, succionan la savia de las plantas en el envés de las hojas, en la base de las flores o en los pelillos de los cálices florales; las flores atacadas por la plaga en su temprana fase de desarrollo, cambian de color al blanco o café blanquecino. En caso de infestación fuerte los bordes de las lígulas se doblan hacia arriba, de manera que las flores se vuelven hilosas, delgadas, de la mitad de largo normal y curvado. Las hojas tienen notoria

detención del crecimiento y con una apariencia rugosa característica (Pérez, 2009 citado en Mora, 2013).

### **2.7.2 *Tetranychus urticae***

Su desarrollo es favorecido por el aire seco, con humedad por debajo de 60-70 %, esta plaga al alimentarse de la savia de la planta reduce su vigor, calidad y rendimiento; se alimenta por el envés de las hojas, primero a lo largo de las nervaduras y posteriormente en toda la lámina foliar, hasta en las flores liguliformes. En los lugares infestados aparece una capa harinosa cubierta con telaraña y en la parte superior de los lugares de las picaduras aparecen manchas amarillas y blanquecinas (Gallo *et al.*, 2002; Klamkowski *et al.*, 2007)

### **2.7.3 *Liriomyza trifolii***

Son considerados insectos difíciles de ubicar taxonómicamente, debido a su pequeño tamaño y uniformidad morfológica externa las elevadas poblaciones de minador, provocan defoliación severa de las plantas. La larva es la principal causante de los daños, es de color blanco amarillento y se alimenta del parénquima del limbo foliar formando galerías sinuosas (Bautista, 2006).

### **2.7.4 *Frankliniella occidentalis***

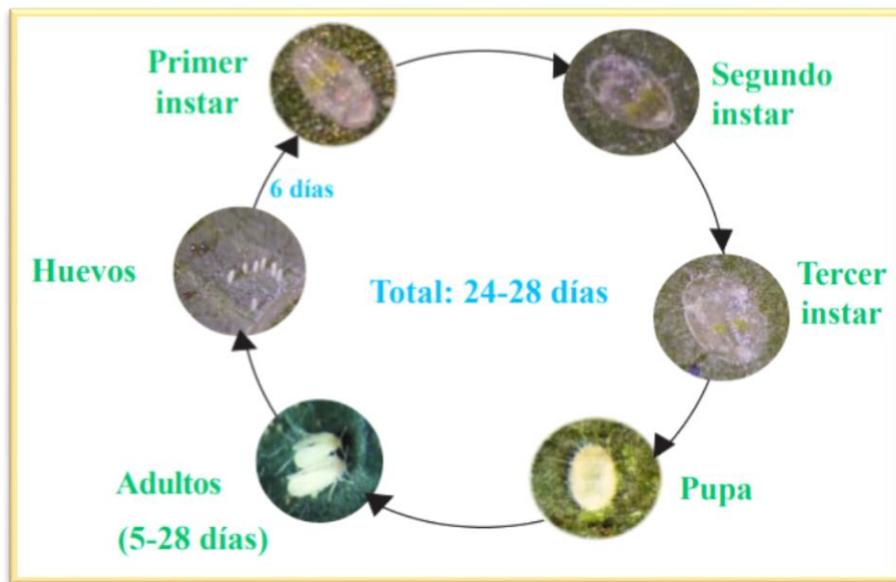
Los adultos y las larvas de *F. occidentalis* producen severos daños raspando y succionando el fluido de las células que se encuentra en la superficie de los pétalos, originando franjas y decoloraciones visibles (manchas de color gris-plateado), que dependerá del color de las flores, el haz de las hojas toma un brillo plateado por el reflejo de la luz ya que se acumula aire en lugar de savia que ha sido succionada, también se produce la necrosis de los pétalos de las flores, provocando grandes pérdidas económicas por merma de calidad del producto. Este no puede ser comercializable y por ello ésta es considerada una plaga clave en áreas de producción de flores de corte en el mundo (Yudin *et al.*, 1987; Bañon *et al.*, 1993).

### **2.7.5 *Trialeurodes vaporariorum***

*T. vaporariorum* ha sido una especie estudiada dentro de las moscas blancas, su importancia económica está relacionada con su amplia distribución geográfica, el gran número de

especies cultivadas afectadas, el amplio rango de hospederos, su potencial de daños, bien como plaga o como vector de virus y causante de alteraciones fisiológicas que provocan un debilitamiento o marchitamiento de la planta (Morales y Cermeli, 2001). También provoca daños indirectos por secreciones azucaradas de los adultos y ninfas que atraen el desarrollo fumagina, que son manchas oscuras causada por el hongo *Capnodium* spp., que limitan la fotosíntesis y en consecuencia la producción y el rendimiento de las plantas de gerbera (Bueno *et al.*, 2005; Cardona *et al.*, 2005; Carapia y Castillo-Gutiérrez, 2013).

*T. vaporariorum* se adapta muy bien a regiones con altitudes entre 950 y 3000 msnm, con temperaturas promedio de 18 a 22 °C y humedad relativa superior al 60 %. Ataca cerca de 250 especies de plantas (Cardona *et al.*, 2005), entre ellas se encuentra el cultivo de gerbera (Ortega *et al.*, 2006). *T. vaporariorum* es un insecto con metamorfosis incompleta (hemimetábolo) el cual tiene las siguientes etapas de desarrollo durante su ciclo de vida: huevo, cuatro instares ninfales y adulto (Figura 12), que se alojan en el envés de las hojas, la duración del ciclo total de huevo a la emergencia de adultos es de 24 a 28 días.



**Figura 12.** Ciclo biológico de *T. vaporariorum*, que muestra las distintas etapas de su desarrollo (Cardona *et al.*, 2005).

## **2.8 Variación natural**

La variación natural es originada en organismos vivos que presentan unidad y al mismo tiempo también presentan diversidad. Esta diversidad está presente en absolutamente todas las entidades vivas (Noguera y Hernández, 2009). Solomon *et al.*, (2008) mencionan que los individuos de una población presentan variación y cada uno tiene una combinación única en rasgos (talla, color, capacidad de tolerar condiciones ambientales adversas y resistencia a parásitos o infecciones), algunos de los cuales permiten la probabilidad de sobrevivencia del individuo y su éxito reproductivo.

### **2.8.1 Variación genotípica**

La variación genotípica es una medida de la tendencia de los genotipos de una población a diferenciarse. Es decir, se refiere a los polimorfismos existentes entre individuos de una misma especie. Por lo tanto, los individuos de una misma especie no son idénticos. Si bien, son reconocibles como pertenecientes a la misma especie, existen muchas diferencias en su forma, función y comportamiento. En cada una de las características que podemos nombrar de un organismo existirán variaciones dentro de la especie (CONABIO, 2009). Sus causas son las siguientes:

- **Mutación:** fuente fundamental de las variaciones hereditarias, esta altera los genes o divide los cromosomas. La mutación de genes ocurre de forma natural como un error en la reproducción del ácido desoxirribonucleico (ADN), algunos de estos errores pueden subsanarse pero otros pueden pasar a la próxima división de la célula y establecerse en el retoño de la planta como mutaciones espontaneas; éstas se pueden inducir a través de la radiación (rayos X, rayos gamma) y algunos productos químicos (Novak y Brunner, 1992).
- **Recombinación:** el término recombinación (Crossing over), se refiere a la mezcla por intercambio de segmentos, que se da entre cromátidas hermanas en la Profase I de la meiosis I para cada genomio o grupo de cromosomas homólogos durante la formación de los gametos de cada uno de los padres (Tiessen, 2012).
- **Transferencia horizontal de genes:** es el movimiento de genes entre individuos de diferentes especies en una misma generación. Aunque es común entre las bacterias,

tradicionalmente se ha supuesto un evento extraordinario entre bacterias y eucariotas multicelulares. Pero esta idea comienza a cambiar, y la transferencia horizontal de genes empieza a considerarse un catalizador evolutivo de primera magnitud (González, 2007).

### **2.8.2 Variación fenotípica**

Las variaciones fenotípicas son las diferencias en los rasgos observables de los organismos (Pallitto y Folguera, 2017); pueden resultar tanto de propiedades genéticas de la población como de la influencia del ambiente en la expresión de sus genotipos. El efecto genotípico provocado por la interacción con el ambiente se llama plasticidad fenotípica (Bradshaw y Hardwick, 1989) que se refiere a la capacidad de un organismo de producir fenotipos diferentes en respuesta a cambios en el ambiente. Este concepto se visualiza en la norma de reacción, que es el rango de respuestas fenotípicas de un genotipo expresado en un gradiente ambiental. De acuerdo con Gianoli (2004), la teoría evolutiva históricamente, ha soslayado el efecto del ambiente sobre el fenotipo, considerándolo como “ruido” al proceso fundamental de selección de genes. Recientemente esta tendencia se ha revertido, considerándose el valor adaptativo de las respuestas fenotípicas de los genotipos al ambiente. Si bien la plasticidad fenotípica puede simplemente describir cambios morfológicos y fisiológicos de los individuos, resulta de mayor interés estudiar el potencial valor adaptativo de dichos cambios. Esta variabilidad se ve reflejada en distintos niveles siguientes (Noguera y Hernández, 2009):

- **Variación geográfica:** hace referencia a las diferencias fenotípicas entre plantas creciendo en diferentes porciones del área de distribución de una especie. Los patrones geográficos de variación en rasgos cuantitativos normalmente están asociados con patrones espaciales de variación ambiental, sugiriendo que estos patrones son primariamente el resultado de la selección (White *et al.*, 2007). Su causa se da a partir de la interacción entre la constitución genética de los organismos y el ambiente (Noguera y Hernández, 2009). Existe una disciplina específica que estudia la variación geográfica: la genecología, definida como el estudio de la variación intraespecífica en relación con las condiciones ambientales (Aitken, 2004).

- **Variación Conductual:** lo referente al desarrollo individual de la variación, implica dar cuenta del proceso de adaptación del organismo al ambiente durante la ontogenia (de su conducta). Así entonces una visión evolucionista amplia considera, que todos los organismos vivos (fenotipos) son el producto de la interacción de su material génico (genotipos) con el medio ambiente en el que se desarrollan (ontogénesis), es decir, dar cuenta de sus acciones vitales; este material génico (genes) se altera muy poco de generación en generación, lo que implica que sin herencia no puede haber cambios acumulativos (Richard, 1994). La modificación de los hábitats y la construcción de nichos, obedece principalmente a la conducta de los organismos, puesto que es la conducta la que prioriza y hace efectivas ciertas relaciones ambientales en contra de otras, pero sólo en tiempos recientes han aparecido estudios empíricos relacionados con el papel de la conducta en la transformación del nicho, principalmente relacionados con el rol del aprendizaje social en la evolución de las tradiciones de los animales o el rol de la regulación convencional de la conducta (Pérez *et al.*, 2010).
- **Variación Fisiológica:** se presenta en plantas con diferentes cambios que se pueden ver reflejados por ejemplo en la capacidad o no de aprovechar un nutrimento, en la germinación de las semillas, tipo de tejido, edad, constitución bioquímica, el ciclo de división celular, el número cromosómico, y el volumen del núcleo de la célula (Cubero, 2002; Rosabal *et al.*, 2014). Muchas plantas atraen, resisten e inhiben a otros organismos produciendo sustancias químicas especiales lo que mejora el crecimiento de la planta y la permanencia, estas son conocidas como metabolitos secundarios los cuales son desarrollados por el metabolismo primario donde los organismos vegetales producen procesos metabólicos comunes para la vida celular y la planta en general. Estos compuestos intervienen en las interacciones de la planta y el ambiente, y pueden generar amplia variedad de funciones de defensa contra de depredadores y patógenos (Granados-Sánchez *et al.*, 2008; Valares, 2011). Estas moléculas inhiben el desarrollo de insectos (Alcantar, 2018), nemátodos (Ruiz, 2017), bacterias (Pedras *et al.*, 2003) y hongos (Pedras y Ahiahonu, 2004). También los productos primarios son sustancias como las proteínas, los hidratos de carbono y los lípidos, producidos y utilizados por todos los seres vivos; sin embargo, las plantas pueden diferir tan radicalmente en sus

productos secundarios como en su morfología externa (Granados-Sánchez *et al.*, 2008).

- Variación morfológica: la variación morfológica se refiere a la variación en atributos como tamaño, forma, color, textura, que se encuentra entre los individuos que conforman una población o entre poblaciones (López-Borja *et al.*, 2017). Esta variabilidad en las plantas se ve reflejada en ramas, hojas y flores. Las hojas son estructuras morfológicamente más diversas, son los órganos de las plantas más plásticos evolutivamente, mucho tipos de hojas han surgido en respuesta a diferentes tipos de presiones selectivas, por lo que brindan información en el estudio de la diversidad de las plantas con flor (Gifford y Foster 1989) la forma de las hojas varía entre grupos taxonómicos, entre individuos de la misma especie e incluso en el desarrollo de un mismo individuo, son órganos generalmente planos que se producen en la superficie de meristemas apicales en el desarrollo de una planta (Dolan y Scott, 1991; Dengler y Tsukaya 2001) y existen generalmente como estructuras fotosintéticas y de transpiración así como de protección, almacenamiento, sostén, atracción de insectos polinizadores y funciones reproductivas (sexuales y asexuales) (Augusto *et al.*, 2004). Además, evolutivamente las hojas presentan variaciones en su forma y función, entre estas espinas, zarcillos, glándulas y trampas para insectos, ya que parece ser un mecanismo muy importante que determina no solo que una planta no sea fuertemente atacada por una especie de insectos, sino que puede favorecer la partición fina de recursos por parte de los herbívoros de manera que pueden coexistir varias especies de herbívoros (sobre todo insectos) alimentándose sobre una misma especie de planta (Santana, 1992).

## **2.9 Mecanismos de defensa de las plantas al ataque de insectos**

La interacción planta-insecto es un sistema dinámico que se ha sujetado a variaciones y cambios continuos. Las comunidades de plantas interactúan con organismos benéficos y antagonicos, lo cual les exige el desarrollo de respuestas adaptativas para integrar las diferentes señales que reciben. Esta complejidad está enmarcada en la gran diversidad de especies de plantas, insectos y microorganismos, incluyendo benéficos, que interactúan y

permiten mejorar el crecimiento y la nutrición vegetal, favorecer la tolerancia a estrés, el control de plagas y la polinización. Para reducir el ataque de insectos las plantas desarrollaron diferentes mecanismos de defensa (Haruta *et al.*, 2001; Pozo *et al.*, 2004). El concepto general de que las plantas pueden defenderse activamente y tener resistencia contra patógenos virulentos se conoce desde hace más de 100 años, esta resistencia a los patógenos y las plagas puede ser activa y/o pasiva.

La resistencia activa se basa en las defensas inducidas después de la infección o el ataque, la resistencia inducida puede ser local o sistémica. Se conocen dos formas de inducir resistencia, conocidas como resistencia sistémica adquirida (SAR) y resistencia sistémica inducida (SIR) ambas se han caracterizado como fenómenos distintos basados en los tipos de agentes inductores y las vías de señalización del hospedero que resultan en la expresión de resistencia (Walters *et al.*, 2014).

La respuesta SAR es un mecanismo de resistencia que permanece por algunas semanas en la planta y permite el reconocimiento de un amplio rango de patógenos incluyendo hongos, bacterias y virus. Se ha demostrado la acumulación de ácido salicílico, en el floema, en respuesta a una infección primaria este compuesto se asocia con la señal necesaria para activar una serie de procesos bioquímicos propios de la SAR (Stange *et al.*, 2007), los que incluyen la inhibición de enzimas producidas por el patógeno. Por ejemplo, en tomate existen cultivares que muestran resistencia a *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersicum*, los cuales presentan una determinada proteína en la pared celular que inhibe las enzimas producidas por patógenos (Prusky *et al.*, 2013; Gabriel *et al.*, 2017); otros mecanismos lo representa la síntesis o acumulación de compuestos fenólicos que produce la planta cuando son estimuladas por algún patógeno o por el daño de un agente químico o mecánico (Dai *et al.*, 1995).

La SIR es otro tipo de defensa inducida que ocurre en las plantas, activada por la acción de rizobacterias saprofitas (*Bacillus pumilus*, *B. subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *P. putida*) que se localizan en la rizosfera pudiendo ejercer una acción biocontroladora. Estas bacterias inducen resistencia sistémica en hojas y tallos, protegiendo a las plantas contra varios hongos, bacterias y otros microorganismos fitopatógenos e insectos. La SIR depende la vía del ácido jasmónico y del etileno; posiblemente, las plantas se sensibilizan a la acción del ácido

jasmónico y etileno sin que necesariamente aumente la concentración de estos compuestos durante la SIR (Stange *et al.*, 2007).

La resistencia pasiva o constitutiva es aquella donde la planta hospedante no activa ningún mecanismo de defensa en presencia del patógeno, y estos están presentes de manera permanente (Balbona y Tocho, 2015). Pueden dividirse en químicos y estructurales (Beraldo, 2015); los mecanismos químicos como la capacidad antioxidante, síntesis de metabolitos secundarios y actividad de enzimas, entre otros, a pesar de las innumerables clases de productos naturales que una especie vegetal es capaz de sintetizar y acumular, no son muchos los que sirven como defensas químicas inducibles. Estos patrones de actividad biológica siguen relaciones taxonómicas (Vivanco *et al.*, 2005), los metabolitos secundarios son compuestos de bajo peso que forman parte de este mecanismo químico de defensa en las plantas; tienen importancia ecológica ya que participan en los procesos de adaptación de las plantas a su ambiente, como es el establecimiento de la simbiosis con otros organismos y en la atracción de insectos polinizadores y dispersores de las semillas y frutos, como una síntesis activa de metabolitos secundarios inducida cuando las plantas son expuestas a condiciones adversas tales como el consumo por herbívoros (artrópodos y vertebrados), el ataque por microorganismos como virus, bacterias y hongos, la competencia por el espacio de suelo, la luz y los nutrientes entre las diferentes especies de plantas y la exposición a la luz solar u otros tipos de estrés abiótico (Jiménez *et al.*, 2003).

De igual manera la variación morfológica expresada en variantes en la estructura morfológica cualitativa y cuantitativa influyen en la incidencia de los insectos en las plantas (Bernays y Chapman, 1994). Por ejemplo, los mecanismos estructurales o físicos para la defensa de las plantas contra los insectos herbívoros incluyen características morfológicas ya sea a través de la formación de una cutícula cerosa y/o el desarrollo de espinas y tricomas, así como estructuras secretoras y conductos para látex o resinas (Howe y Schaller, 2008; Belete, 2018). Las espinas son modificaciones de las hojas, estas rechazan a los mamíferos; los herbívoros pequeños, tales como insectos, pueden ser dañados y dejarlos indispuestos, heridos o hasta muertos (Granados-Sánchez *et al.*, 2008).

Los tricomas se originan en el tejido epidérmico que recubren ciertas superficies de los vegetales especialmente en tallos, hojas y flores, normalmente presentan: 1) un pie con el

cual se insertan en la epidermis, 2) un cuerpo o columna cuyo extremo en ocasiones se dilata formando una cabeza que puede estar conformado por una o varias células dispuestas en uno o más estratos. Las células de la epidermis que rodean el pie se disponen generalmente en forma radial o anular y reciben el nombre de células anexas. Los pelos favorecen la transpiración al aumentar las superficies, secretan o excretan sustancias, absorben nutrimentos, reducen la pérdida de agua y protegen contra la radiación solar; además, juegan un papel importante en la defensa de las plantas obstruyendo la acción de insectos herbívoros (Ramírez y Acosta, 2004).

La densidad de tricomas afecta negativamente el comportamiento oviposicional, alimento y nutrición de larvas, interfieren en el movimiento del insecto y otros artrópodos en la superficie de la planta reduciendo así su acceso a la epidermis de la hoja (Belet, 2018). Estos pueden ser rectos, espirales, enganchados, ramificados o no ramificados y pueden ser glandulares o no glandulares. Los tricomas glandulares secretan metabolitos secundarios, incluidos flavonoides, terpenoides y alcaloides que puede servir como repelente, venenosos o para atrapar insectos y otros organismos, formando así una combinación de estructuras y defensa química. La inducción de tricomas en respuesta al daño causado por insectos ha sido reportada en plantas de rábano silvestre (*Raphanus sativus*) con larvas de *Pieris rapae* (Agrawal, 1999). Este aumento en la densidad de tricomas en respuesta al daño solo se puede observar en las hojas que se desarrollan durante o posterior al ataque de insectos, ya que la densidad de tricomas de las hojas existentes no cambia (Belet, 2018). Aspectos de tipo cualitativo como la apariencia y color en las estructuras de las plantas también puede influir en la incidencia de insectos, tal es el caso del color de las lígulas, las cuales se ha reportado influyen en la atracción de los insectos (Jonsson *et al.*, 2005). Sin embargo, existen reportes opuestos como el de Alvarado-Navarro *et al.* (2012), quienes dicen que para rosa no hubo efecto del color.

### III. JUSTIFICACIÓN

El cultivo de gerbera fue introducido en México para diversificar la producción florícola y demanda del mercado y ha permanecido en la preferencia de las flores de corte al situarse en segundo lugar de las flores que más se consume (Andrade y Castro, 2018). Las características de la gerbera como flor de corte (variabilidad de colores, forma y vistosidad) la han convertido en un elemento ideal para utilizar en los bouquets o arreglos florales (Pérez, 2009). Actualmente, se encuentra entre los cultivos de mayor importancia comercial en el Estado de México y son los municipios de Villa Guerrero, Tenancingo, Coatepec Harinas y Zumpahuacán los principales productores con una superficie cultivada de 100 hectáreas hasta 2017 (SIAP, 2017).

Una de las problemáticas del cultivo de gerbera es la presencia de insectos plaga como las especies de mosca blanca *T. vaporariorum* (Westwood, 1856) y *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Ruíz *et al.*, 2009; Parrella *et al.*, 2014). Estas dos especies de mosca blanca afectan la capacidad fotosintética, la calidad comercial y el rendimiento de los cultivos. Causan daños directos en sus hospedantes, como la succión de la savia y la excreción de melaza, sustrato que beneficia el desarrollo del hongo fumagina (*Capnodium* sp.), y daños indirectos como la transmisión de virus (Carapia y Castillo-Gutiérrez, 2013). *T. vaporariorum*, en el municipio de Tenancingo, es la especie de mosca blanca que tiene un mayor número de hospederos ornamentales en comparación con *Bemisia* spp. Estudios reportan que el cultivo de gerbera es preferido por *T. vaporariorum* más que otras ornamentales (Alcantar-Acosta, 2012).

El manejo de este insecto es principalmente mediante el uso de insecticida de origen sintético (químico), del cual su uso excesivo ha promovido entre otros el desarrollo de resistencia y disminución de insectos benéficos (Kapantaidaki *et al.*, 2018). Por lo tanto, la implementación de alternativas ambientalmente amigables para el control de esta plaga, como la utilización de genotipos resistentes, seleccionados o desarrollados, a partir de la variabilidad genética, son necesarias como alternativa para una floricultura sustentable. De hecho, diferentes materiales comerciales y desarrollados en la región Sur del Estado de México han sido evaluados en la resistencia a *T. vaporariorum* en variables bioquímicas como son fenoles totales, capacidad antioxidante y actividad de enzimas peroxidasas, 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*), trips (*Thrips tabaci*), jassids (*Amrasca biguttula*) y pulgón (*Aphis gossypii*) (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.

#### **IV. HIPÓTESIS**

Las características morfológicas de gerbera en largo, ancho, pubescencia, profundidad de incisión en la nervadura central del envés de la hoja y color de lígulas exteriores del capítulo floral tienen influencia en la incidencia de mosca blanca.

#### **V. OBJETIVOS**

##### **5.1 Objetivo general**

Comparar la variación morfológica de hojas y color de lígulas exteriores del capítulo floral de 10 genotipos de *G. hybrida* y su relación con la incidencia de *T. vaporariorum*.

##### **5.2 Objetivos específicos**

- a) Cuantificar la incidencia de la mosca blanca (*T. vaporariorum*) en los genotipos de gerbera.
- b) Medir las variables morfológicas de longitud de hoja, Ancho de hoja, número de hojas, pubescencia, profundidad de las incisiones en el tercio central de la hoja (mm), y color de las lígulas exteriores.
- c) Analizar la asociación que guarda la incidencia de la mosca blanca con las variables morfológicas medidas.

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1 Localización del experimento

La investigación se realizó de junio de 2018 a agosto de 2019, en las instalaciones del Centro Universitario Tenancingo de la Universidad Autónoma del Estado de México, que se localiza en el Km 1.5 de la carretera Tenancingo-Villa Guerrero a 18° 97' 03'' N y 99° 61' 17'' O y a una altitud de 2020 msnm.

### 6.2 Material vegetativo

Se utilizaron 10 genotipos de gerbera, obtenidos por micropropagación. Siete de ellos desarrollados por Rivera (2015) en estudios de maestría identificados como: Sofía, Estrella, Andrea, Magda, Lisieka, Carmín y Morelia; los tres restantes son variedades comerciales de la empresa Terra Nigra de nombre: Dino, Opera y Completa (Figura 13).



**Figura 13.** Genotipos de gerbera empleados para descripción morfológica de hoja en esta investigación.

### 6.3 Establecimiento del experimento

La investigación partió de plántulas de 10 cm de longitud de los 10 genotipos obtenidos clonalmente por organogénesis *in vitro*. Se establecieron en invernadero 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). A partir de la emisión de capítulo floral se midieron los caracteres morfológicos de la planta.

#### 6.4 Manejo agronómico

La fertilización del cultivo se hizo desde el establecimiento de la planta en maceta hasta el final del experimento, utilizando la solución nutritiva propuesta por Sirin (2011) (Cuadro 3). El pH se ajustó en un intervalo de 5.5 a 6.0 y conductividad eléctrica de 2.0 a 2.7 mmhos, humedad relativa 70% y temperatura promedio 18 °C. Para prevenir y manejar *P. palmivora* y *E. cichoracearum.*, se utilizó Alleato® (Fosetil de aluminio).

**Cuadro 3.** Solución nutritiva para gerbera (Sirin, 2011).

Nutrimento	Fuente química	Ppm*
N Nitrógeno	Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (15.5 %) + KNO <sub>3</sub> (12 %)	167
P Fosforo	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (52 %)	31
K Potasio	KNO <sub>3</sub> (46 %) + KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (34 %) + K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (52 %)	277
Ca Calcio	Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (19 %)	183
Mg Magnesio	Mg SO <sub>4</sub> (16 %)	49
S Azufre	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (18 %) + MgSO <sub>4</sub> (13 %)	111
Fe Fierro	Fe (0.1 %)	1.33
Mn Manganeso	Mn (1.7 %)	0.62
Bo Boro	Bo (0.3 %)	0.44
Cu Cobre	Cu (100ppm)	0.02
Zn Zinc	Zn (5.4 %)	0.11
Mo Molibdeno	Mo (100ppm)	0.048

\* Los valores están dados para 1000 L.

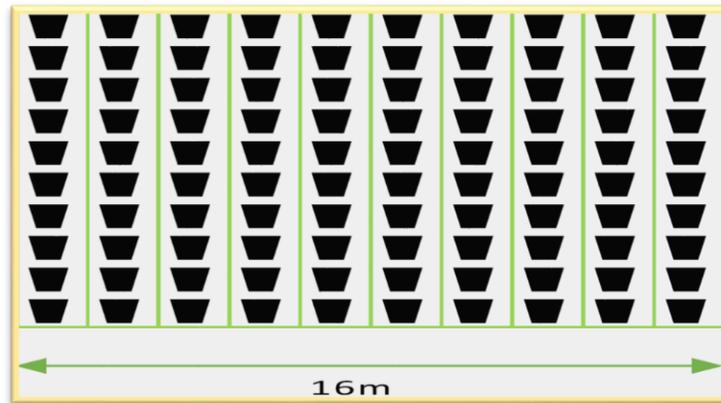
## 6.5 Diseño experimental

El diseño experimental fue en bloques completos al azar (Figura 14), para la determinación de la incidencia de individuos de *T. vaporariorum* y las variables morfológicas de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varphi_{ij}$$

Dónde:  $\mu$ =media general,  $\tau_i$ = efecto del i-ésimo tratamiento,  $\beta_j$ = efecto del j-ésimo bloque y  $\varphi_{ij}$ = error experimental en la unidad j del tratamiento i.

La unidad experimental fue una planta.



**Figura 14.** Diseño experimental de bloques al azar con diez repeticiones por genotipo de gerbera. (Créditos Alcantar, 2018).

## 6.6 Variables evaluadas

### 6.6.1 Incidencia de *T. vaporariorum*

La infestación de *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 determinó la incidencia de mosca blanca.

Se contabilizaron adultos y ninfas en las hojas de gerbera de cada repetición como se cita a continuación (modificado de Morales y Cermeli, 2001):

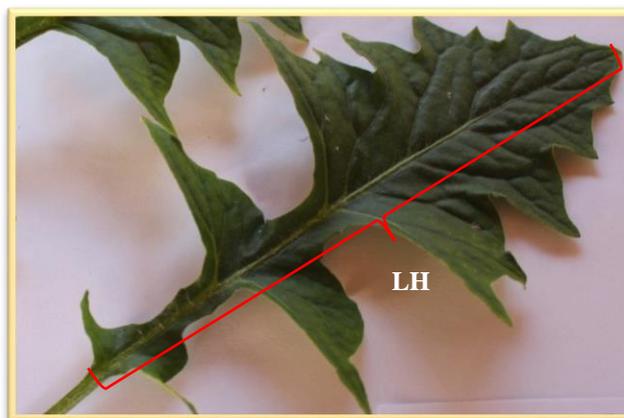
- Número de ninfas (N): se contabilizaron todos los estados ninfales en el centro del envés de la hoja en 1 cm<sup>2</sup>.
- Número de adultos (A): se contabilizó el número de adultos por hoja de cada muestra.

### 6.6.2 Variables morfológicas

La comparación morfológica fue medida a partir de la etapa fenológica de emisión de capitulo floral y floración, se hizo en hojas maduras completamente expandidas y fotosintéticamente activas, y color de lígulas exteriores, se clasificó en caracteres cuantitativos de acuerdo con Espitia (2006) y caracteres cualitativos estos últimos se hicieron de acuerdo a descriptores oficiales de gerbera de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV, 2002).

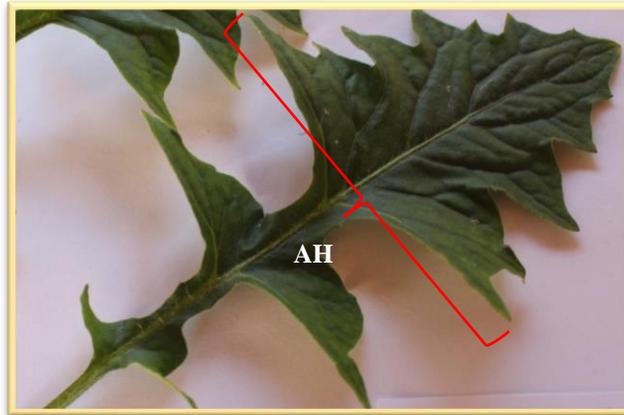
#### 6.6.2.1 Caracteres cuantitativos

- **Número de hojas (NH):** por planta de cada genotipo
- **Longitud hoja en cm (LH):** de cada hoja con un flexómetro se midió el largo máximo desde el ápice de la hoja, hasta la base de la lámina foliar (Figura 15) (Espitia *et al.*, 2006).



**Figura 15.** Largo de hoja en gerbera (LH).

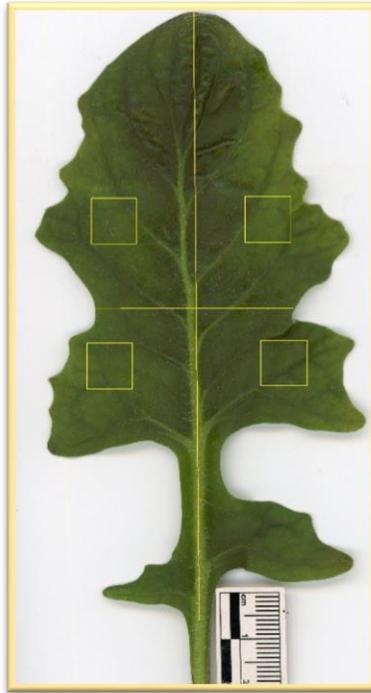
- **Ancho de hoja en cm (AH):** de cada hoja con un flexómetro se midió el ancho máximo en la parte central de la hoja (Figura 16) (Espitia *et al.*, 2006).



**Figura 16.** Ancho de hoja en gerbera (AH).

Para las siguientes mediciones se realizó el experimento y análisis en 9 de los 10 genotipos, ya que el genotipo Morelia se perdió por enfermedad.

- **Pubescencia:** se determinó en el haz de hojas, se fotografió por escáner la hoja y se utilizó el programa imageJ® versión 1.5, dividiendo cada hoja en cuatro cuadrantes y tomando 1 cm<sup>2</sup> al centro de cada uno, donde se contabilizó el número de tricomas por cm<sup>2</sup> de acuerdo con Taggar y Gill, (2012). (Figura 17).



**Figura 17.** Forma en la que se tomó el dato de pubescencia en hoja de gerbera.

- **Profundidad de incisión en el tercio central (PI):** se midió con un vernier digital Lion Tools, en el envés del tercio central de la hoja de cada genotipo retomada de UPOV (2002) (Figura 18).



**Figura 18.** Profundidad de incisión en el tercio central del envés de la hoja de gerbera.

### 6.6.2.2 Caracteres cualitativos

- **Color de lígulas exteriores (CL):** se hizo en una habitación apropiada con luz artificial se emplearon lámparas de luz de día conforme a la Norma CIE de Luz Preferida D 6500. Se colocó el capítulo floral sobre un fondo blanco y se comparó el color de las lígulas con la carta de colores RHS (UPOV, 2013) (Figura 19).



**Figura 19.** Visualización de color de lígulas en un capítulo floral de gerbera.

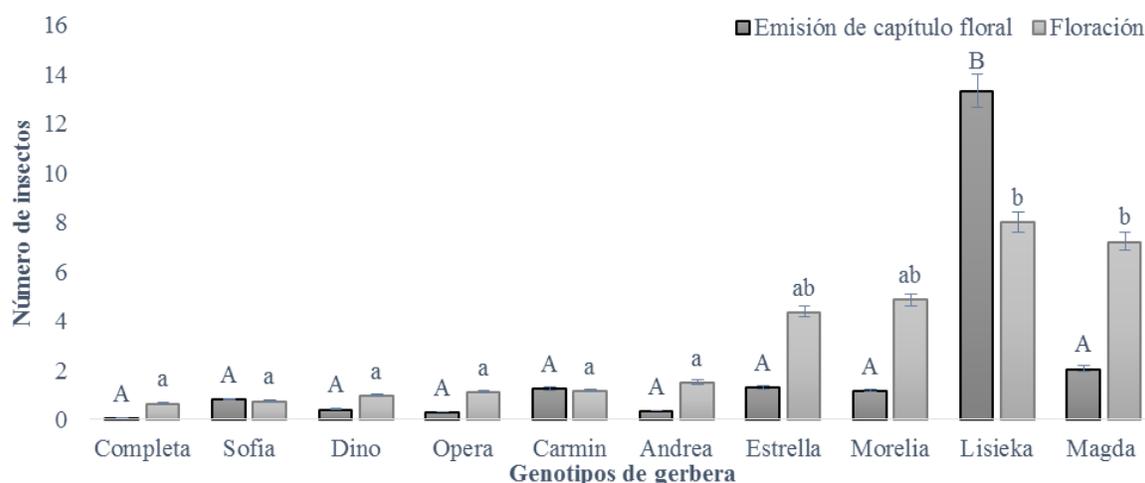
### 6.7 Análisis estadístico

Las variables cuantitativas se sometieron a un análisis de varianza para determinar si al menos un tratamiento fue diferente a los demás (ANOVA,  $\alpha=0.05$ ). En los que así fue, los datos se sometieron a una prueba de comparación de medias múltiple (Tukey,  $\alpha= 0.05$ ). Se hizo también el análisis de correlación múltiple Pearson para las variables cuantitativas. El análisis de los resultados fue con el paquete estadístico InfoStat®.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 Incidencia de *T. vaporariorum*

Se observaron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) para la incidencia de insectos (adultos + ninfas) entre genotipos en las dos etapas fenológicas (Figura 20). 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 (Figura 18). 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  $\alpha=0.05$ ) agrupó 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 *Bemisia tabaci* Gennadius, 1889 (Nombela y Mariano, 2010) y en plántulas de mano de oso (*Oreopanax floribundus*) con *T. vaporariorum* (Calderón- Hernández, 2018).

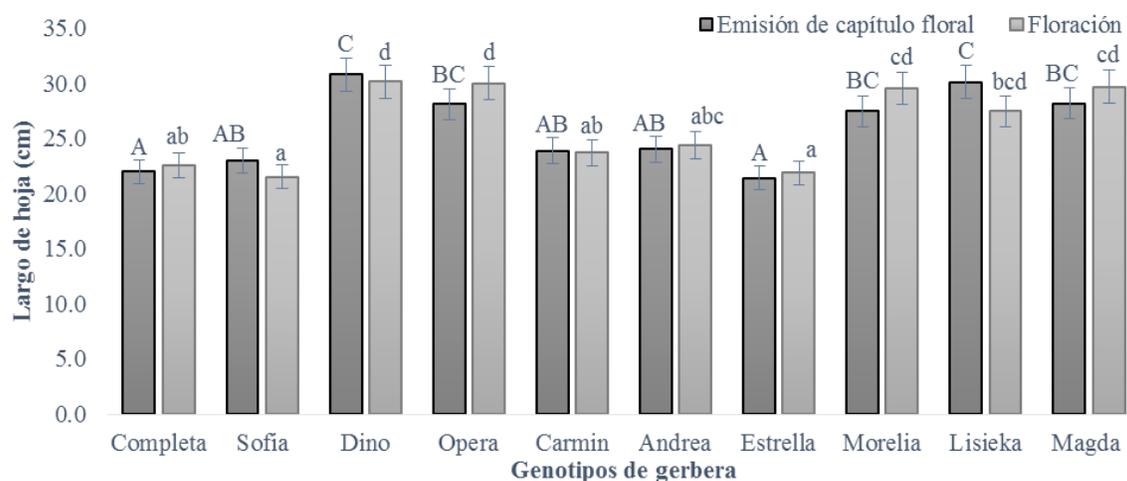


**Figura 20.** Incidencia de mosca blanca *T. vaporariorum* en 10 genotipos de *G. hybrida* (ninfas + adultos) en dos etapas fenológicas (emisión de capítulo floral y floración). Barras

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.

## 7.2 Largo de hoja

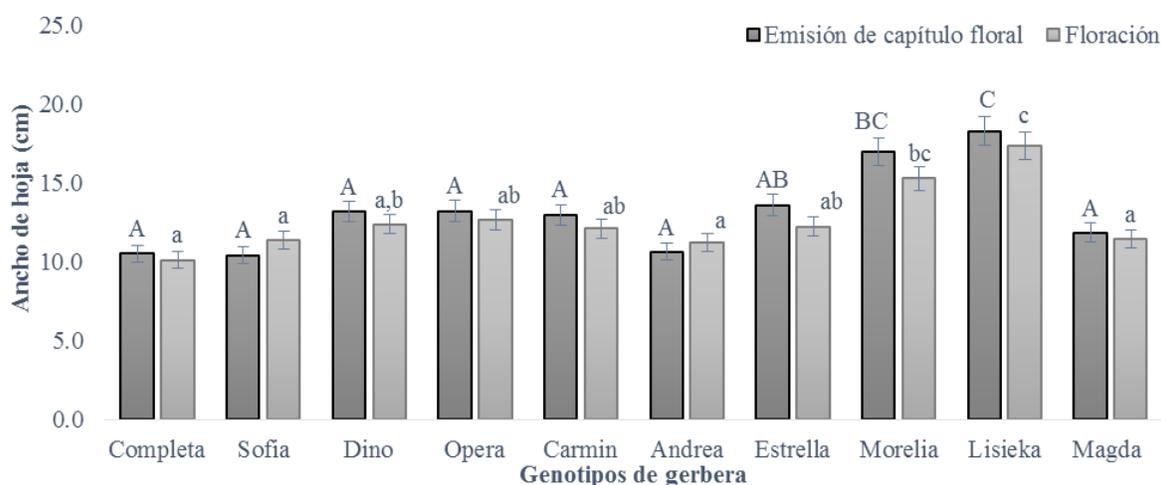
La variación de largo de hoja de una etapa fenológica a otra en cada genotipo fue relativamente mínima, lo que indica cese de crecimiento prácticamente desde la emisión de capítulo floral. En ambas etapas, hubo diferencias significativas ( $P \leq 0.01$ ) entre genotipos (Figura 21). En emisión de capítulo 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 21.** Largo de la hoja (cm) en 10 genotipos de *G. 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.

### 7.3 Ancho de hoja

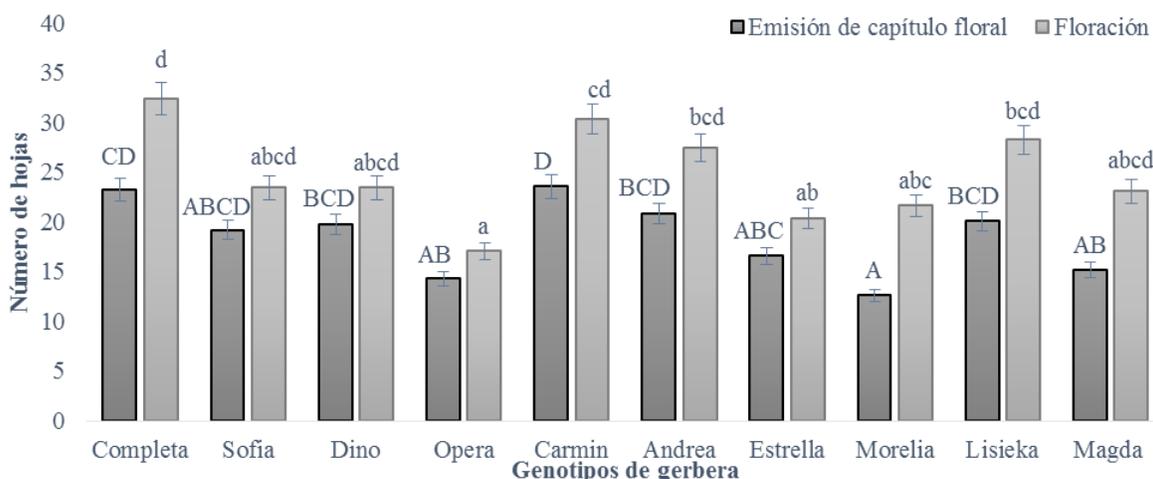
El ancho de la hoja de la etapa de emisión de capítulo floral a floración dentro de cada genotipo, no mostró variación, al igual que el largo de la hoja, evidenció cese de crecimiento a partir de la etapa de emisión de capítulo floral. Se encontraron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) entre los genotipos en las dos etapas fenológicas evaluadas (Figura 22). 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 22.** Ancho de la hoja (cm) en 10 genotipos de *G. 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.

## 7.4 Número de hojas

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 (Figura 23). 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).

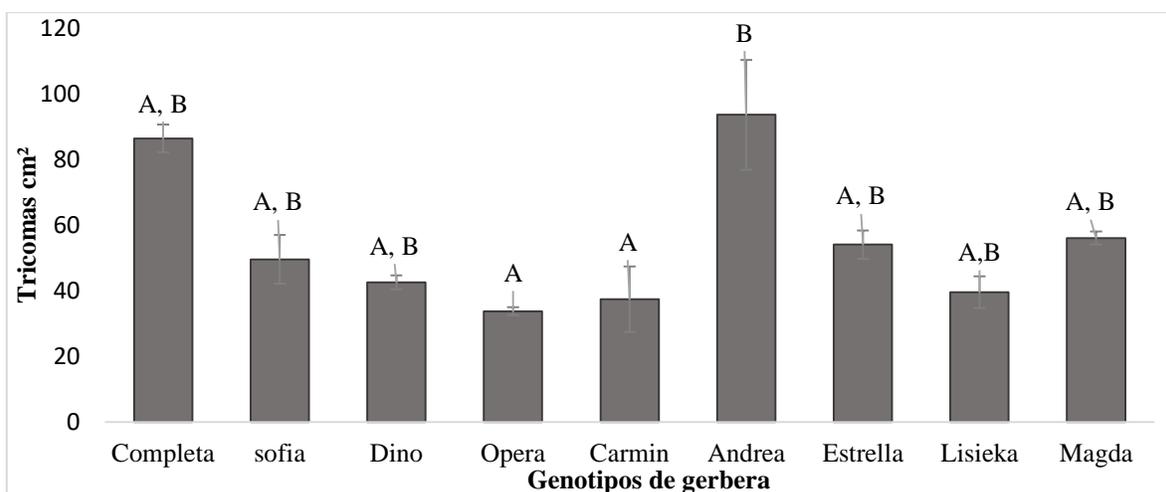


**Figura 23.** Número de hojas en 10 genotipos de *G. hybrida* correspondiente a dos etapas fenológicas (emisión de capítulo floral y floración). Barras con la misma letra no difieren significativamente ( $P \leq 0.05$ ). Barras de error son error estándar Letras mayúsculas= emisión de capítulo floral; letras minúsculas= floración.

## 7.5 Pubescencia de la hoja

La pubescencia de la hoja dentro de los genotipos evaluados mostró diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) (Figura 24). El genotipo con mayor número de tricomas fue Andrea con 2.8 veces más que el genotipo Opera. La comparación de medias (Tukey  $\alpha=0.05$ ) clasificó a los genotipos en tres grupos y que se nombraron como: laxa (Opera y Carmin), media (Completa, Sofía, Dino, Estrella, Lisieka y Magda) y densa (Andrea). Taggar y Gill, 2012, reportan la variabilidad en densidad de tricomas en genotipos de lenteja negra (*Vigna*

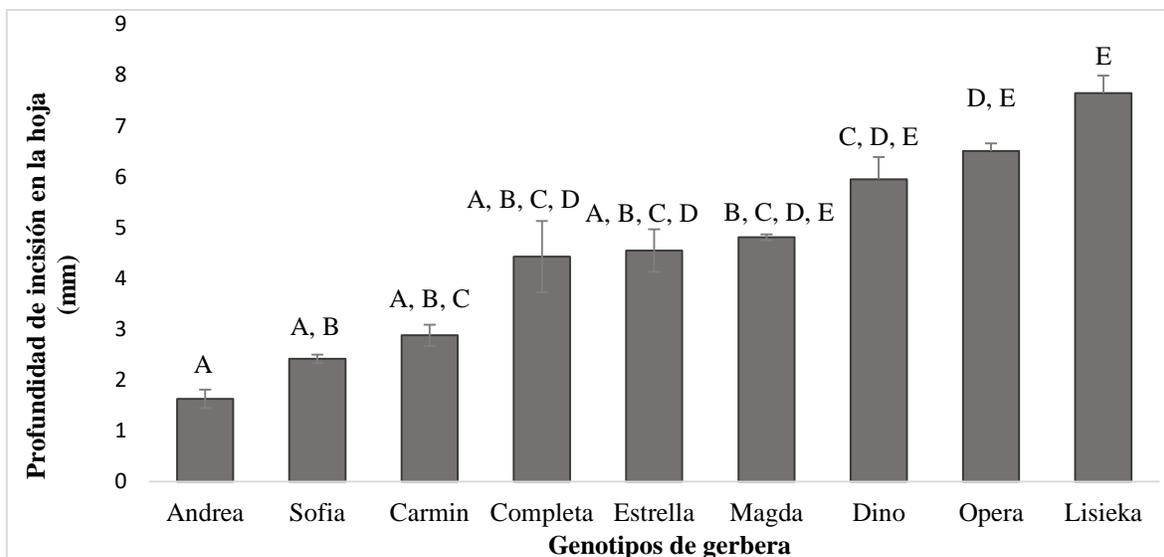
*mungo*), así como en tres especies de *Cnidoscolus* de la familia Euphorbiaceae (Torres-González y García-Guzmán, 2014).



**Figura 24.** Pubescencia de la hoja en 9 genotipos de *G. hybrida*. Barras con la misma letra no difieren significativamente ( $P \leq 0.05$ ). Barras de error son error estándar. Letras mayúsculas= comparación de medias.

## 7.6 Profundidad de las incisiones en el tercio central de la hoja

Hubo diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) (Figura 25) en esta variable. El genotipo con mayor profundidad de incisión fue Lisieka (Figura 26 a) con 4 veces más que el genotipo Andrea (Figura 26 b). La comparación de medias (Tukey  $\alpha=0.05$ ) clasificó a los genotipos en ocho grupos lo que muestra una amplia variación para este carácter. De acuerdo con la UPOV (2002) en este sentido de clasificación sugiere tres categorías, dentro de las cuales los genotipos evaluados, se enmarcaron en ellas como a continuación se cita: Poco profundo: Carmin, Andrea, Estrella y Completa; Medio: Sofía, Dino, Opera y Magda; y Profundo: Lisieka.



**Figura 25.** Profundidad de incisión en el tercio central de la hoja en 9 genotipos de *G. hybrida*. Barras con la misma letra no difieren significativamente ( $P \leq 0.05$ ). Barras de error son error estándar. Letras mayúsculas= comparación de medias.



**Figura 26.** a) Profundidad de incisión en genotipo Lisieka, b) Profundidad de incisión en genotipo Andrea.

### 7.7 Color de lígulas exteriores del capítulo

Los colores que se analizaron en los nueve genotipos de *G. hybrida* (Figura 27) fueron 4 principales: rosa para los genotipos Sofia y Magda, blanco para Estrella y Completa, rojo para Andrea, Carmin y Lisieka, y amarillo para Dino y Opera. El color rojo fue el de mayor

presencia en los genotipos y respecto a sus tonalidades fue más profundo en el Genotipo Carmin que en Lisieka y Andrea. No obstante, cada tonalidad puede mostrar ligera variación de acuerdo con el periodo de recolección que se trate, particularmente para los colores blanco, amarillo y rojo (Gonzalez *et al.*, 1999).



**Sofía (rosa) Estrella (blanco) Andrea (rojo) Carmin (rojo) Magda (rosa)**



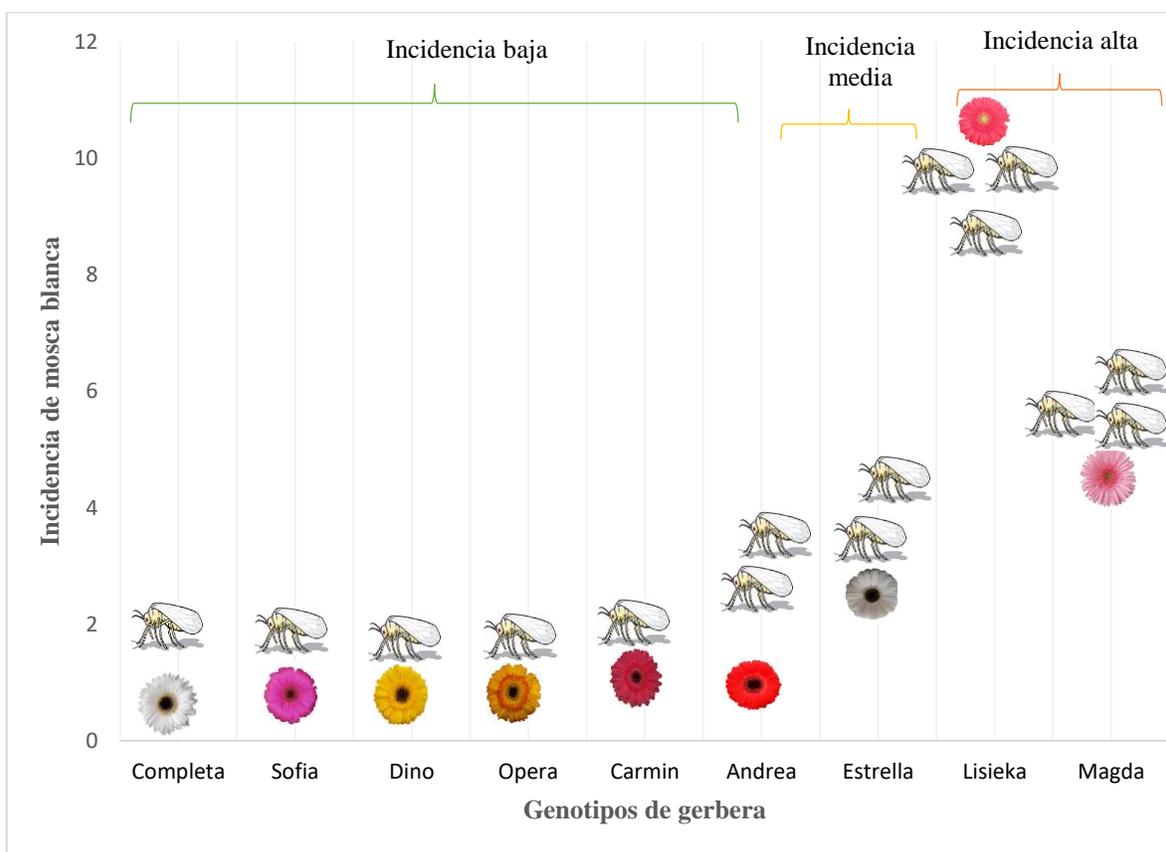
**Lisieka (rojo) Dino (amarilla) Completa (blanco) Opera (amarillo)**

**Figura 27.** Colores obtenidos en nueve genotipos de *G. hybrida*.

### **7.8 Análisis de asociación para el color de lígulas exteriores del capítulo floral en gerbera y la incidencia de *T. vaporariorum***

No hubo asociación en la incidencia de insectos y el color de las lígulas del capítulo de cada genotipo (Figura 28). Básicamente, los colores agrupados en blanco (Completa y Estrella), rosa (Sofía y Magda), amarillo (Dino y Opera) y rojo (Andrea, Carmin y Lisieka) se clasificaron en tres categorías: incidencia baja, incidencia media e incidencia alta, aunque

no se observó tendencia de ningún color por el grado de incidencia. Los genotipos con flores de color blanco, rosa, amarillo y rojo presentaron menor incidencia de *T. vaporariorum*, aunque Lisieka también de color rojo, y Magda color rosa fueron los genotipos con mayor incidencia de *T. vaporariorum*, lo que indica que el color del capítulo floral no influye en la incidencia de *T. vaporariorum*. Otros estudios desarrollados en el sur del Estado de México reportan que los colores en diferentes variedades de rosa no influyen en la incidencia de mosca blanca (Alvarado-Navarro *et al.*, 2012). Martínez-Jaime *et al.*, (2016) reportan en otras especies como el jitomate y cebolla la mosca blanca fue atraída por trampas de color verde. Sin embargo, trabajos más específicos (Alcantar *et al.*, 2017; Alcantar *et al.*, 2018) mencionan la presencia de la mosca blanca asociada a la producción de metabolitos secundarios como la actividad de fenoles totales, capacidad antioxidante y actividad de enzimas peroxidadas.



**Figura 28.** Incidencia de *T. vaporariorum* representada con los colores del capítulo floral de 9 genotipos de *G. hybrida*.

## 7.9 Análisis de correlación

La asociación entre las variables de interés (Cuadro 5), mostró una correlación positiva y significativa para la variable ancho de hoja con adultos ( $r=0.88$ ;  $P\leq 0.05$ ) y total de insectos (adultos + ninfas:  $r=0.85$ ;  $P\leq 0.05$ ), y también entre la variable largo de hoja con profundidad de incisión ( $r=0.69$ ;  $P\leq 0.05$ ). Aunque profundidad de incisión en el tercio central de la hoja no obtuvo correlaciones significativas, en otros estudios reportan que esta variable influye en la incidencia de insectos fitófagos presentando el 20 % de daños en hojas de palmeras ornamentales (De la Torre Manca *et al.*, 2014). Por otra parte Torres-González y García-Guzmán (2014) reportan que la densidad de tricomas (pubescencia) en tres especies del género *Cnidoscolus* de la familia Euphorbiaceae no se encontró relación entre el número de tricomas y los niveles de daño por insectos herbívoros. En resultados similares, Agrawal (2005), menciona una correlación negativa entre el número de tricomas en algodóncillo (*Asclepias syriaca*) y la abundancia de los herbívoros *Danaus plexippus*, *Rhyssomatus lineaticollis*, *Tetraopes tetraophthalmus*, *Lygaeus kalmii* y *Liriomyza asclepiadis*.

**Cuadro 4.** Matriz de correlación Pearson para ocho variables medidas en 9 genotipos de *G. hybrida*.

	LH	AH	NH	PB	PI	N	A	N+A
LH	1							
AH	.49	1						
NH	-0.36	-0.08	1					
PB	-0.47	-0.57	0.42	1				
PI	0.69*	0.64	-0.49	-0.45	1			
N	0.36	0.59	-0.09	-0.11	0.36	1		
A	0.35	0.88**	0.03	-0.31	0.61	0.85**	1	
N+A	0.36	0.85**	0.01	-0.28	0.58	0.90**	0.99**	1

**LH**= Largo Hoja, **AH**= Ancho Hoja, **NH**= Numero Hojas, **PB**= Pubescencia, **PI**= Profundidad de incisión en la hoja, **N**= Ninfas, **A**= Adultos y **N+A**= Total de insectos. \*\*= valores altamente significativos.

## **8.0 Discusión general**

La presencia de mosca blanca *T. vaporariorum* ya ha sido reportada para la región sur del Estado de México en el cultivo de gerbera (Alcantar, 2012). En esta investigación se encontraron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.05$ ) en la incidencia de *T. vaporariorum* en los genotipos estudiados, situación no ajena para otras especies como el jitomate (*Solanum lycopersicum*) (Nombela y Mariano, 2010) o mano de oso (*Oreopanax floribundum*) (Calderón-Hernández, 2018). La incidencia de mosca blanca esta correlacionada con una alta fertilización nitrogenada (Roman, 2016; Arenas *et al.*, 2006) para lo cual en este trabajo no fue el caso ya que todos los genotipos tuvieron la misma fertilización y la respuesta fue diferencial atribuida a la variabilidad genética de los individuos evaluados. De hecho, la preferencia de *T. vaporariorum* ha sido evaluada en especies herbáceas y leñosas donde se reporta un comportamiento migratorio hacía malezas hospederas en los meses de primavera y verano (Bahamondes, 2006), como en el caso de aguacate (*Persea americana* mill) que tienen mayor presencia de carbohidratos y por lo tanto son elegidos por *Paraleyrodes* sp. (Sierra *et al.*, 2014). Otros autores mencionan que las características morfológicas y bioquímicas de las plantas influyen en la incidencia de mosca blanca (Taggar y Gill, 2012; Calderón-Hernández, 2018; Bernal *et al.*, 2008; Alcantar, 2018).

Para este estudio las características morfológicas consideradas para evaluar la incidencia de *T. vaporariorum* fue la variabilidad en las hojas, ya que son estructuras morfológicamente más diversas que han surgido a diferentes tipos de presiones y que aportan información valiosa (Gifford y Foster, 1989) que pudiera ser asociada a la incidencia de determinado insecto o enfermedad. El ancho de las hojas mostró una correlación positiva y significativa con el número de insectos (ninfas+adultos). Así mismo, Taggar y Gill (2012) indican que entre mayor es el área de la hoja mayor ovoposición, y por lo tanto mayor número de ninfas y adultos. Para el número de hojas en el presente estudio, también se observaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los genotipos pero no se obtuvo una correlación significativa para la incidencia de *T. vaporariorum*, contrariamente, en tomate la incidencia de *T.*

*vaporariorum* y el incremento del número de hojas de una etapa a otra aumentó la densidad de ninfas y adultos por el suministro de alimento (Bernal *et al.*, 2008), esto indica que incluso la variación en la forma y tamaño de la hoja varía de una especie a otra para la infestación de determinado insecto (Soroa, 2005). Hubo diferencias significativas entre los genotipos para pubescencia y no mostró correlación significativa con *T. vaporariorum*, contrariamente, en otros estudios (Khalil *et al.*, 2017; Grover *et al.*, 2016) se observó que la densidad de tricomas en diferentes genotipos de algodón afectó la incidencia de diferentes poblaciones de insectos como trips, mosca blanca y jasidas.

### VIII. CONCLUSIONES

- Hubo variación en la incidencia de *T. vaporariorum* entre los genotipos evaluados de gerbera.
- La variación morfológica para las variables medidas siguiere variabilidad genética entre los genotipos para este carácter.
- El tamaño de la hoja influyo en mayor incidencia de *T. vaporariorum*.
- Los genotipos con menor incidencia del insecto y tamaño de hoja pueden ser seleccionados para desarrollar material vegetativo con tolerancia a esta plaga en cultivos comerciales.

### IX. LISTA DE REFERENCIAS

Agrawal, A. A. 1999. Induced responses to herbivory in wild radish: effects on several herbivores and plant fitness. *Ecology*, 80 (5):1713–1723. <https://pdfs.semanticscholar.org/549c/4616fe6dadbf298bdd613e13b9c2b7865c83.pdf>

Agrawal, A. A. 2005. Natural selection on common milkweed (*Asclepias syriaca*) by a community of specialized insect herbivores. *Evolutionary Ecology Research* (7): 651-667. <http://www.evolutionary-ecology.com/abstracts/v07/1801.html>

Agrios, G. N. 2005. *Fitopatología*. Limusa (Eds.). México, D. F., 856 pp.

Aitken, S. N. 2004. Genecology and Adaptation of Forest Trees. Genetics and genetic resources. *Elsevier*. 197-204.

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. Disponible en: [http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2017/EA/EM1712017\\_341-346.pdf](http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2017/EA/EM1712017_341-346.pdf)

Alcantar, S. M. A. 2018. Variación natural de *Gerbera x hybrida* en la incidencia de *Trialeurodes vaporariorum*. Tesis Maestría. Universidad Autónoma del Estado de México, Posgrado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Tenancingo, Estado de México, México.

Alcantar-Acosta, S. M. 2012. *Identificación e incidencia de especies de mosca blanca en cultivos ornamentales en Tenancingo, Estado de México*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México, Tenancingo, Estado de México, México.

Alvarado- Navarro, R., Alcantar- Acosta, S.M., Aguilar- Medel S., Palma- Linares, V., Vásquez- García, L.M. y J. Mejía- Carranza. 2012. Diversidad de rosa cultivada y su relación con la presencia y severidad de daño de mosca blanca en el sur del Estado de México. *Entomología Mexicana*: 709-714. <http://www.socmexent.org/entomologia/revista/2012/EA/709-714.pdf>

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.

Arce, K., Bozzano, A. F., Goldberg, A. J., Gualandra, G. y Rosso M. J. 2017. *Determinación de la productividad y calidad comercial de distintas variedades de la especie Gerbera jamesonii en la provincia de Córdoba, Argentina. Métodos cuantitativos para la investigación agropecuaria*. Métodos cuantitativos para la investigación agropecuaria. 45 pp. <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4771/Arce%20y%20otros.%20Determinaci%C3%B3n%20de%20la%20productividad%20y%20calidad%20comercial%20de%20distintas%20variedades.%20.pdf?sequence=1>; fecha de consulta 4-III-2019

Arenas, O. L. D., Aragón, M. D. A., Sandoval. Y S. M. Villa. 2006. Densidad de huevos y ninfas de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (WEST.) En *Gerbera jamesonii* H. Bolus con diferentes regímenes de fertilización nitrogenada. *Agrociencia*, 40(3): 363-371. <https://www.redalyc.org/pdf/302/30240309.pdf>

Augusto, B. C., Kraus, T. A. y C. A. Vegetti. 2004. La hoja morfología externa y anatomía. Universidad Nacional de Rio Cuarto. Universidad Nacional de Litoral. Argentina, 199pp.

Bahamondes, J. S. A. 2006. Comportamiento de *Trialeurodes vaporariorum* West. en relación a sus hospederos herbáceos y leñosos. Tesis Ingeniero Agrónomo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, (INIA), Chile.

Balbona, I., y E. Tocho. 2015. Análisis de defensas constitutivas e inducibles a pulgones en cebada. *Investigación Joven*, 2(1). <https://revistas.unlp.edu.ar/InvJov/article/view/2132>

Bañón, A.S., Cifuentes, R.D., Fernández J.A. y G.A. González. 1993. *Gerbera, Lilium, Tulipán y Rosa*. Ed. Mundi- Prensa, España, 250 pp.

Bautista, M. N. 2006. Insectos plaga, Una guía ilustrada para su identificación. Colegio de Postgraduados. ISBN: 968-839-489-0. Montecillo, Texcoco. Edo. de México. 113 p.

Belete, T. 2018. Defense Mechanisms of Plants to Insect Pests: From Morphological to Biochemical Approach. *Journal of Natural Sciences Research*, 8 (9). [https://pdfs. Semantic scholar.org/c05b/83a5288d6f5e6be77f48b7e5c594638952fa.pdf](https://pdfs.semanticscholar.org/c05b/83a5288d6f5e6be77f48b7e5c594638952fa.pdf)

Benito, E. P., Arranz, M. y A. P. Eslava. 2000. Factores de patogenicidad de *Botrytis cinerea*. *Revista Iberoamericana de Micología*, 17: 43-46. <http://www.reviberoammicol.com/2000-17/S43S46.pdf>

Beraldo, P. H. 2015. Interacción planta-patógeno e identificación de QTL asociados a la resistencia a *Podosphaera xanthii* a caracteres agronómicos en una población RIL ('TGR 1551' x 'Bola de Oro') de *Cucumis melo*. Tesis doctoral. Universidad de Málaga. Málaga, España.

Berlinger, M. J. 1986. Host plant resistance to *Bemisia tabaci*. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 17 (1-2), 69-82. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(86\)90028-9](https://doi.org/10.1016/0167-8809(86)90028-9)

Bernal, L., Pesca, L., Rodríguez, D., Cantor, F. y J. R. Cure. 2008. Plan de muestreo directo para *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) en cultivos comerciales de tomate. *Agronomía Colombiana*, 26(2): 266-276. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-99652008000200\\_011](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652008000200_011)

Bernays, E. A. y R. F. Chapman. 1994. *Host-plant selection by phytophagous insects*. Chapman & Hall, New York, 312 pp.

BFG [Che Brazil Flora Group]. 2015. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. *Rodriguesia*, 66 (4): 1-29. DOI: 10.1590/2175-7860201566411.

Biswall, M., PalaiChhuria 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

Bolton, M. D., Thomma, B. P. H. J. y B. D. Nelson. 2006. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. *Molecular plant pathology*, 7 (1): 1-16. DOI: 10.1111/J.1364-3703.2005.00316.X

Bradshaw, A. D. y K. Hardwick. 1989. Evolution and stress-genotypic and phenotypic components. *Biological Journal of the Linnean Society*, 37:137-155. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1989.tb02099.x>

Broadbent, L. 1965. The epidemiology of tomato mosaic. *Annals of Applied Biology*. 56 (2): 177-205. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1965.tb01227.x> -

Buechel, T. 2018. Perfil de agente patógeno: *Sclerotinia*. Promix. <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/perfil-de-agente-patogeno-sclerotinia/>; fecha de consulta 6-VI-2019.

Bueno, J., Cardona, C. y P. Chacón. 2005. Fenología, distribución espacial y desarrollo de métodos de muestreo para *Trialeurodes vaporariorum* (Homóptera: Aleyrodidae) en habichuela y fríjol. *Revista Colombiana de Entomología*, 31 (2): 34-42. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v31n2/v31n2a10.pdf>

Cadenas, C. 2015. *Fitopatología general*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Depto. Académico de Entomología y Fitopatología. <https://tarwi.lamolina.edu.pe/~fonz/fitogen/PDF/APUNTES%20DE%20CLASES1.pdf>; fecha de consulta 3-IX-2019.

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. doi: <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.668>

Carapia, R. V. E., y A. Castillo-Gutiérrez. 2013. Estudio comparativo sobre la morfología de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) y *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemíptera: Aleyrodidae). *Acta Zoológica Mexicana*, 29(1), 178-193. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v29n1/v29n1a8.pdf>

Cardona, C., Rodríguez, I. V., Bueno, J. M. y J. Tapia. 2005. Biología y manejo de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en habichuela y frijol. Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín técnico. 50p. [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/Car%3%A1tula.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Car%3%A1tula.pdf)

Chandler, S. F. y F. Brugliera. 2010. Genetic modification in floriculture. *Biotechnology letters*, 33 (2): 207-2014. DOI 10.1007/s10529-010-0424-4

Chandler, S. y Y. Tanaka. 2007. Genetic Modification in Floriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 26 (4): 169–197. <https://doi.org/10.1080/07352680701429381>

Ciencias Naturaleza Andalucía (CNLA), 2011. *Las plantas*. Características del reino plantas. <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/CCNN1%20ESOANDinteriores.pdf>; fecha de consulta 23-IX-2019.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad). 2009. *Variabilidad genética*. <http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/vargenetica.html>; fecha de consulta 20-V-2019.

Cubero, J. I. 2002. Introducción a la mejora genética vegetal. S.A. Mundi-Prensa Libros. México. Pp. 602.

Dai, G. H., Andary, C., Mondolot-Cosson L. y D. Boubals. 1995. Involvement of phenolic compounds in the resistance of grapevine callus to downy mildew (*Plasmopara viticola*). *European Journal of Plant Pathology*, 101:541-547. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01874479>

De la torre manca, S. J., Defagó, M.T., y A. Salvo. 2014. Insectos fitófagos asociados a palmeras en la ciudad de Córdoba, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 73 (3-4), 145-154. [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/40135/CONI CET\\_Digital\\_Nro.a9d6a0eb-592d-471c-90bdc3ee4bbcc9bf\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/40135/CONI CET_Digital_Nro.a9d6a0eb-592d-471c-90bdc3ee4bbcc9bf_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Del Vitto, L. A. y E. M. Petenatti. 2015. Asteráceas de importancia económica y ambiental Segunda parte: Otras plantas útiles y nocivas *Multequina*, (24): 47-74. <http://www.redalyc.org/pdf/428/42844132004.pdf>

Dengler, N.G. y Tsukaya, H. 2001. Leaf morphogenesis in dicotyledons: current issues. *International Journal of Plant Sciences*, 162(3); 459–464. <https://doi.org/10.1086/320145>

Dolan, L. y R. P. Scott. 1991. Genetic analysis of leaf development in cotton. *Development Supplement*, (1): 39–46. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.864.3674&rep=rep1&type=pdf>

EMG Consultores. 2007. *Estudio de evaluación del potencial del mercado interno de las flores. Informe final, Chile*. <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2007/12/Estudio Flores2007.pdf> ; fecha de consulta 3-V-2019.

Espitia, M. M., Montoya, R. A., Robles, J. R., Barbosa, C. C. y C. A. Vergara. 2006. Modelo estadístico para estimación del área foliar en *Stevia Rebaudiana* Bert, en el sinú medio. *Temas agrarios*, 11 (2): 45-51. [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-ModeloEstadisticoParaEstimacionDelAreaFoliarEnStev-5002447%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-ModeloEstadisticoParaEstimacionDelAreaFoliarEnStev-5002447%20(2).pdf)

Export-Import Bank of India .2006. Floriculture: a sector study. [https://www.academia.edu/7484635/Floriculture\\_A\\_Sector\\_Study\\_EXPORTIMPORT\\_BANK\\_OF\\_INDIA](https://www.academia.edu/7484635/Floriculture_A_Sector_Study_EXPORTIMPORT_BANK_OF_INDIA)

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2016. *Glosario de términos fitosanitarios NIMF 5*. Roma. 41 p. <http://www.fao.org/3/a-mc891s.pdf> fecha de consulta 6-VIII-2019.

Ferronato, M. L., Lima-Neto, V.C. y R. Tomaz. 2008. Doenças em cultivos de gerbera no estado de Paraná gerbera diseases in the state of Parana, Brazil. *Scientia Agraria, Curitiba*, 9 (4):481-489. <https://Dialnet-DoencasEmCultivosDeGerberaNoEstadoDoParana2906010.pdf>

FTD Fresh. 2016. *Types of Daisies: A Visual Compendium*. FTD by design. <https://www.ftd.com/blog/share/types-of-daisies>; fecha de consulta 09-I-2020.

Funk, V. A., Randall, J. B., Keeley, S., Chan, R., Watson, L., Gemeinholzer, B., Schilling, E., Panero, J. L., Baldwin, B. G., García-Jacas, N., Sussana, A. y R. K. Jansen. 2005. Everywhere but Antarctica: Using a supertree to understand the diversity and distribution of the Compositae. *Biologiske Skrifter*, 55: 343-373. ISSN 0366-3612. ISBN 87-7304-304-4. [https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/11397/bot\\_2005\\_pr\\_Funk\\_etal\\_Supertree.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/11397/bot_2005_pr_Funk_etal_Supertree.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Funk, V.A., Sussana, A., Stuessy, T.F. y R. J. Bayer. 2009. Systematics, Evolution and Biogeography of the Compositae. *Viena, Austria: International Association for Plant Taxonomy (IAPT)*. ISBN: 9783950175431

Gabriel, J., Indacochea, B., Ayón, F., Valverde, A., Máximo, V., Castro, C. y M. Manobanda. 2017. Principios básicos de la resistencia genética a patógenos, plagas y factores abióticos. Grupo COMPAS, Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), Jipijapa, Ecuador. Pp. 116.

Galarza, J. B. 2002. Fichas técnicas plagas de los vegetales en los países miembros de la comunidad andina. Secretaria General de la comunidad Andina. <http://intranet.comunidadandina.org/documentos/consultorias/con7200.pdf>; fecha de consulta 12-XII-2019.

Galipienso, L., Font-San-Ambrosio, M. I., Davino, S., Alfaro-Fernandez, A., Bellardi, M. G., Davino, M., Debreczeni, D. y L. Rubio. 2014. Virosis en cultivos ornamentales: medidas para el control de la enfermedad. *Actas de Horticultura*, 68:34-43. ISBN 978846173029-9

Gallo, D., Nakano, O., Silveira-Neto, S., Carvalho, R. P. L., Baptista, G. C., Berti-Filho, E., Parra, J. R. P., Zucchi, R. A., Alves, S. B., Vendramim, J. D., Marchini, L. C., Lopes, J. R. S. y C. Omoto. 2002. *Entomología Agrícola*. Piracicaba: FEALQ, 920 pp.

García- Lara, S., Burt, A. J., Serratos, J. A., Díaz P. D. M., Arnason J. T. y D. J. Bergvinson. 2003. Defensas naturales en el grano de maíz al ataque de *Sitophilus zeamais* (Most, coleóptera: curculionidae) mecanismos y base de resistencia. *Revista de Educación Bioquímica*, 22 (3): 138- 145. <https://www.researchgate.net/publication/224893606>

Gianoli, E. 2004. Plasticidad fenotípica adaptativa en plantas. Pp.13-25 In: Marino, H. C. (Eds.). *Fisiología ecológica en plantas Mecanismos y Respuestas a Estrés en los Ecosistemas*. Valparaiso, Chile. <http://www2.udec.cl/~egianoli/04gianolifisioeco.pdf>

Gifford, E.M., y A.S. Foster. 1989. *Morphology and Evolution of Vascular Plants*, W.H. Freeman, NY, EUA. Pp. 626.

Gomez-Gomez, A.A. 2010. La situación de las flores de corte mexicanas dentro de la política comercial internacional de México. Tecsisatcl. *Revista electrónica de ciencias sociales*, 2 (9). <http://www.eumed.net/rev/tecsistecatcl/n9/aagg.pdf>

González, A. F. 2007. *Transferencia horizontal de genes. Espacial*. org. [http://www.espacial.org/planetarias/astrobiologia/transferencia\\_genes.htm](http://www.espacial.org/planetarias/astrobiologia/transferencia_genes.htm); fecha de consulta 6-IX-2019.

Gonzalez, A. Porras, I. y J. Ochoa. 1999. Caracterización colorimétrica de diversos cultivares de gerbera (*Gerbera jamesonii*) para flor cortada. *Investigación agraria, Producción y protección vegetales*, 14 (1-2): 214-224. <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/50.pdf>

González, F. 1999. Monocotiledóneas y dicotiledóneas: un sistema de clasificación que acaba con el siglo. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas*, 23(87): 195-204 [http://www.acefyn.com/revista/Vol\\_23/87/195-204.pdf](http://www.acefyn.com/revista/Vol_23/87/195-204.pdf)

Granados-Sánchez, D., Ruiz-Puga, P. y H. Barrera-Escorcía. 2008. Ecología de la herbívora. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 14(1): 51-63 <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v14n1/v14n1a9.pdf>

Greenwood, P. y A. Halstead. 2002. *Enciclopedia de las plagas y enfermedades de las plantas*. Royal Horticultural Society. Blume. Eslovaquia.

Grover, G., Kaur, B., Pathak, D. y V. Kumar. 2016. Genetic variation for leaf trichome density and its association with sucking insect-pests incidence in Asiatic cotton. *Indian Journal Genetic*, 76 (3): 365-368. DOI: 10.5958 / 0975-6906.2016.00055.9

Handley, R., Ekbom, B. y J. Agren. 2005. Variation in trichome density and resistance against a specialist insect herbivore in natural populations of *Arabidopsis thaliana*. *Ecological Entomology*, 30(3), 284-292. <https://doi.org/10.1111/j.0307-6946.2005.00699.x>

Haruta, M., Major, I.T., Christopher, M.E., Patton, J.J. y C.P. Constabel. 2001. A Kunitz trypsin inhibitor gene family from trembling aspen (*Populus tremuloides* Michx.): cloning, functional expression, and induction by wounding and herbivory. *Plant Molecular Biology*, 46 (3):347-359. <https://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1010654711619>

Hossain, S., Jolly, S.N., Mehraj, H. and AFM 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. Disponible en: <http://www.ijbssr.com/currentissueview/14013086>

Howe, G.A. and Schaller, A. 2008. Direct Defenses in Plants and Their Induction by Wounding and Insect Herbivores. University of Hohenheim, Institute of Plant Physiology and Biotechnology, Stuttgart, Germany. DOI: 10.1007 / 978-1-4020-8182-8\_1

INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias). 2016. *Oídio (Erysiphe cichoracearum)*. *Cultivos, enfermedades de la lechuga*. <http://www.inia.cl/sanidadvegetal/2016/11/04/oidio-erysiphe-cichoracearum/>; fecha de consulta 6-VII-2019.

Jiménez, S. G., Ducoing, P. H. y R. M. Sosa. 2003. La Participación de los Metabolitos Secundarios en la Defensa de las Plantas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 21(3): 355-363. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61221317>

Jonsson, M., Lindkvist, A. y P. Anderson. 2005. Behavioural responses in three ichneumonid pollen beetle parasitoids to volatiles emitted from different phenological stages of oilseed rape, *Entomología Experimentalis et Applicata*, 115 (3): 363-369. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2005.00271.x>

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. DOI: <https://doi.org/10.2307/3391860>

Katinas, L., Gutiérrez, D. G., Grossi, M. A. y J. V. Crisci. 2007. Panorama de la familia Asteraceae (=Compositae) en la República Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 42: 113-129. ISSN 0373-580 X

Khalil, H., Muhammad, A. B. R., Muhammad, A., Anjum, M. A., Sajjad, M. K. y M. M. Mudassir. 2017. Effects of plant morphology on the incidence of sucking insect pests complex in few genotypes of cotton. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16 (4): 344-349. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2015.11.003>

Klamkowski, K., M. Sekrecka, H. Fonyodi, y W. Treder. 2007. Changes in the rate of gas exchange, water consumption and growth in strawberry plants infested with the Two-spotted spider mite. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 15: 155–162.

Kumari A., Patel, K. S. and D. D. Nayee. 2010. Evaluation of different cultivars of gerbera (*Gerbera jamisonii* Bolus ex hooker F.) for growth, yield and quality grown under fan and pad cooled green house conditions. *Asian Journal of Horticulture*, 5(2): 309-310. [http://www.researchjournal.co.in/Online/TAJH/TAJH%205\(2\)/5\\_A-309-310.pdf](http://www.researchjournal.co.in/Online/TAJH/TAJH%205(2)/5_A-309-310.pdf)

López-Borja, E. N., Romo-Campos, R. L., Arreola-Nava, H. J., Muños-Urías, A. y S. Loza-Cornejo. 2017. Variación morfológica en *Opuntia jaliscana* (Cactaceae). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 74 (1): 1-11. <https://www.redalyc.org/pdf/556/55651825012.pdf>

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. Disponible en: [http://journals.iau.ir/article\\_513381\\_ac8b45ee5b8de7864edac0fb77c91fcd.pdf](http://journals.iau.ir/article_513381_ac8b45ee5b8de7864edac0fb77c91fcd.pdf)

MAPA (Ministerio de Agricultura). 2011. *Instrucoes para execucao dos ensaios de distinguibilidade homogeneidade e estabilidade de cultivares de Gerbera*. <http://www.agricultura.gov.br/>; fecha de consulta 6-VIII-2019.

Martínez- Jaime, O. A., Salas-Araiza M.D., Bucio-Villalobos, C.M., Cabrera-Oviedo A.C. y F.A. Navarro-López. 2016. Atracción de insectos-plaga por trampas de colores en jitomate, cebolla y maíz en la región de Irapuato, Guanajuato. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1 (1): 342-347. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/1/3/58.pdf>

Mascarini, L. 2005. Gerbera: Manejo del cultivo para flor de corte. Apuntes de la cátedra de floricultura. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.

Meekes, E.T.M. 2001. Entomopathogenic fungi against whiteflies: tritrophic interactions between *Aschersonia* species, *Trialeurodes vaporariorum* and *Bemisia argentifolii*, and glasshouse crops. *Wageningen University & Research*. ISBN 9789058084439 – 181. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/109662>

Monterroso, L. 2015. *El suelo y las enfermedades en las plantas*. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. <https://www.unicen.edu.ar/content/el-suelo-y-las-enfermedades-de-las-plantas>; fecha de consulta 18-XII-2019.

Mora, C. L. L. 2013. Desarrollo del manejo agronómico del cultivo de gerbera (*Gerbera jamesonii* H.) para flor de corte en el invernadero Caral Campo C.A. municipio Jáuregui, estado Táchira. Trabajo de aplicación profesional. Universidad Nacional Experimental del Táchira. <https://repositorio.unet.edu.ve:8443/jspui/bitstream/123456789/507/1/Preliminar.pdf>

Morales, P. y M. Cermeli. 2001. Evaluación de la preferencia de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) en cinco cultivos agrícolas. *Entomotropica*, 16(2): 73-78. <http://www.bioline.org.br/request?em01010>

Noguera, S. R., Hernández, M. V. R. 2009. Variación: el universo infinito de las entidades biológicas. *Revista Digital Universitaria*, 10 (6). <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num6/art35/int35-2.htm>

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. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-90-481-2460-2\\_14](https://doi.org/10.1007/978-90-481-2460-2_14)

Novak, F. J., y H. Brunner. 1992. Fitotecnia: Tecnología de mutación inducida para el mejoramiento de los cultivos. Boletín del OIEA. *Cronicas*, 4. [https://www.iaea.org/sites/default/files/34405682533\\_es.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/34405682533_es.pdf)

OEPP (Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes). 2004. Cucurbits under protected cultivation. European and Mediterranean Plant Protection Organization. Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes. (1): 2-31 <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/pp2-031-1-en.pdf>; fecha de consulta 6-VI-2019.

Ortega-Arenas. L. D., Miranda-Aragón, D. A., y M. Sandoval-Villa. 2006. Densidad de huevos y ninfas de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (WEST.) En *Gerbera jamesonii* H. Bolus con diferentes regímenes de fertilización nitrogenada. *Agrociencia*, 40(3): 363-371. <https://www.redalyc.org/pdf/302/30240309.pdf>

Oszkinis, K y A. Lisiecka. 1990. *Gerbera*. México. Ed. EDAMEX, 135 pp.

Pallitto, N. y G. Folguera. 2017. Ni cabalmente clásico, ni completamente molecular: un análisis del concepto de gen en la genética del comportamiento. *Scientiae studia*, 15 (2): 439-457.

Parrella, M., Klittich, D., Melicharek, A. y M. Murdock. 2014. Evaluation of greenhouse whitefly control in gerbera Daisy, 2012. *Arthropod Management Tests*, 39 (1). doi: 10.4182/amt.2014.G1

Pedras, M. S. C., Ahiahonu, P. W. K. 2004. Phytotoxin production and phytoalexin elicitation by the phytopathogenic fungus *Sclerotinia sclerotiorum*. *Journal of Chemical Ecology*, 30 (11): 2163-2179. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1023%2FB%3AJOEC.0000048781.72203.6c.pdf>

Pedras, M. S. C., Chumala, P. B. y Suchy, S. 2003. Phytoalexins from *Thlaspi arvense*, a wild crucifer resistant to virulent *Leptosphaeria maculans*: structures, syntheses, and antifungal activity. *Phytochemistry*, 64 (5): 949-956. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(03\)00441-2](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00441-2)

Pedraza-Santos, M., Jaen-Contreras, D., Gutiérrez-Espinosa A., Colinas-León T. y C. López-Peralta. 2001. Crecimiento y nutrición de microplantas de gerbera inoculadas con HMA. *Agrociencia*, 35 (4):149-158. <http://www.redalyc.org/pdf/302/30235203.pdf>

Pérez, T. C. 2009. Cultivo de gerbera (*Gerbera* spp.). Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Producción Agrícola, Santiago de Chile, 22 pp.

Pérez, T. M., Bautista, N. A. M., Forero, P. A. L., García, M. M. Laverde, M. A. R. y G. H. Álvarez. 2010. Relaciones entre conducta y evolución cultural- construcción de nicho. *Psychologia: avances de la disciplina*, 4. (2): 57-68. <http://www.scielo.org.co/pdf/psych/v4n2/v4n2a06.pdf>

Pérez-Sierra, A., Mora-Sala, B., León, M., García-Jiménez, J. y P. Abad-Campos. 2012. Enfermedades causadas por *Phytophthora* en viveros de plantas ornamentales. *Boletín de sanidad vegetal, plagas*, 38 (1): 143-156. [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_Plagas/BSVP\\_38\\_01\\_143\\_156.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Plagas/BSVP_38_01_143_156.pdf)

Perik, R. R., Razé, D., Harkema, H., Zhong, Y., y W.G. Van Doorn. 2012. Bending in cut Gerbera jamesonii flowers relates to adverse water relations and lack of stem sclerenchyma development, not to expansion of the stem central cavity or stem elongation. *Postharvest Biology and Technology*, 74: 11-18. ISSN:0925-5214

Pozo, M., Van Loon, L. y C. Pieterse. 2004. Jasmonates Signals in plant-microbe interactions. *Journal of Plant Growth Regulation*. 23:211-222. DOI: [10.1007/s00344-004-0031-5](https://doi.org/10.1007/s00344-004-0031-5)

Prusky, D., Alkan, N., Mengiste, T. y R. Fluhr. 2013. Quiescent and necrotrophic lifestyle choice during postharvest disease development. *Annual Review of Phytopathology*, 51:155-176. doi: 10.1146/annurev-phyto-082712-102349.

Pscheidt, J. W. 2003. *Como diagnosticar y controlar las enfermedades de plantas*. Servicio de extensión. Oregón State University. <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/ec1562-s-e.pdf>; fecha de consulta 6-VI-2019.

Ramírez, B. P. y G. R. I. Acosta. 2004. *Botánica. Generalidades, Morfología y Anatomía de plantas superiores*. Editorial Universidad del Cauca. Popayan, Colombia. Pp. 167.

Ramírez, H. J. J., y J. A. Avitia-Rodríguez. 2017. Floricultura mexicana en el siglo XXI: su desempeño en los mercados internacionales. *Revista de economía*, 34(88), 99-122. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2395-87152017000100099&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2395-87152017000100099&script=sci_arttext)

Rangel-Churio, J. O. 2015. La riqueza de las plantas con flores de Colombia. *Caldasia*, 37 (2): 279-307. DOI: 10.15446/caldasia.v37n2.54375.

Richard, A. 1994. *Darwinismo y Asuntos humanos*. Barcelona: Salvat Editores, S. A. Pp. 284.

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.

Roman, E. 2016. Mosca blanca. Fondo de Fomento Algodonero. <http://conalgodon.com/wp-content/uploads/2016/08/Manejo-integrado-de-Mosca-Blanca.pdf>

Romero-Zarco, C. 2005. *Origen y diversificación de las Angiospermas*. Guión para el tema 6 de la Unidad de Paleobotánica del programa de Evolución Vegetal (Licenciatura de Biología). Universidad de Sevilla. <http://personal.us.es/zarco/carromzar/Paleo/Paleo6.html>; fecha de consulta 15-IX-2019.

Rosabal, L. A., Martínez L. G., Reyes, Y. G., Dell'Amico J. R., y M. V. Núñez. 2014. Aspectos fisiológicos, bioquímicos y expresión de genes en condiciones de déficit hídrico. Influencia en el proceso de germinación. *Cultivos Tropicales*, 35(3): 24-35.<http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v35n3/ctr03314.pdf>

Ruiz, R. R. C. 2017. Efecto alelopático de especies de la familia Asteraceae sobre nemátodos fitopatógenos en híbridos de pimiento bajo cultivo protegido. Tesis de Pregrado. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Santa Clara, Cuba.<http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/7937/Raynol..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ruíz, S. E., Rosado, C. A. T., Wilberth C. C., Alejo J. C. y R. R. Munguía. 2009. Patogenicidad de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin sobre estados inmaduros de mosquita blanca *Bemisia tabaci* Genn. *Fitosanidad*, 13(2), 89-93.<http://scielo.sld.cu/pdf/fit/v13n2/fit03209.pdf>

Samaniego, B., G. Cano, M. Beryl, C. Colinas y A. Manzo. 2012. "Red de mercadeo y rentabilidad de flor de corte en el Valle de Mexicali, Baja California, México". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(2): 565-578.<http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sciarttext&pid=S2007-09342012000300012>

Santana, Z. 1992. Herbívoría y variabilidad vegetal. *Oikos* =. 16.<http://web.ecologia.unam.mx/oikos3.0/images/Pdfs/1992-4.pdf>

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2017. Cierre de la producción agrícola. [http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos\\_a.php](http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos_a.php); fecha de consulta: 25-II-2019.

Sierra, P. V., Quiroga, L. F. y E. H. Varón. 2014. Preferencia de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp.) por cultivares de aguacate (*Persea americana* Mill.) en Fresno, Tolima. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 15 (2): 197-206.<https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945182009.pdf>

Sirin, U. 2011. Effects of different nutrient solution formulations on yield and cut flower quality of gerbera (*Gerbera jamesonii*) grown in soilless culture system. *African Journal of Agricultural Research*, 6(21), 4910-4919. [http://www.academicjournals.org/app/webroot/article/article1380903155\\_Sirin.pdf](http://www.academicjournals.org/app/webroot/article/article1380903155_Sirin.pdf)

Small, J. 1917. The origin and development of the Compositae. *New Phytologist*, 16 (7): 157-177. DOI: 10.1111/j.1469-8137.1917.tb07238.x.

Smith, N., Mori, S. A., Henderson, A., Stevenson, D. Wm. y S. V. Heald. 2004. *Flowering plants of the Neotropics*. Princeton University Press. Princeton, USA. 694 pp.

Solomon, E. P., Berg, L. R., y D. W. Martin. 2008. Biología. Editores McGraw-Hill/Interamericana. Mexico, D.F. pp. 1234.

Soroa, M. R. 2005. Revisión bibliográfica *Gerbera jamesonii* L. Bolus. *Cultivos Tropicales*, 26(4): 65-75. <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193216160010.pdf>

Stange, C., Briceño, E., Latorre, B. A. y P. Arce-Johnson. 2007. Interacción planta patógeno. Cap. 13. In: F.A. Squeo y L. Cardemil (Eds.). *Fisiología Vegetal* Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile.

Taggar, G. K. y R. S. Gill. 2012. Preference of whitefly, *Bemisia tabaci*, towards black gram genotypes: Role of morphological leaf characteristics. *Phytoparasitica*, 40: 461-474. DOI 10.1007/s12600-012-0247-z

Tejeda-Sartorius, O. y Arévalo-Galarza, M. L. 2012. La floricultura, una opción económica rentable para el minifundio mexicano. *Agroproductividad*. 5(3):11-19. <http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/404/287>

Tejeda-Sartorius, Olga, Ríos-Barreto, Yasbet, Trejo-Téllez, Libia I., y Vaquera-Huerta, Humberto. 2015. Caracterización de la producción y comercialización de flor de corte en Texcoco, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(5): 1105-1118. <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263139893014.pdf>

Tiessen, A. F. 2012. Fundamentos de mejoramiento genético vegetal. Editorial Academia Española. pp. 508.

Tocho, E. F., Marino de Remes Lenicov, A. M., y A. M. Castro. 2012. Evaluación de la resistencia a *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphididae) en cebada. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 71 (1-2): 1-10. <https://www.redalyc.org/pdf/3220/322028525001.pdf>

Torres-González, D. y G. García-Guzmán. 2014. Análisis del papel de los caracteres foliares de *Cnidoscolus* (Euphorbiaceae) en la defensa contra herbívoros y patógenos. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 17(2): 126-134. <http://www.scielo.org.mx/pdf/tip/v17n2/v17n2a3.pdf>

Trujillo-Villagarcía, B. A., Zavaleta-Mancera, H. A., Mora-Herrera, M. E. y H. A. López-Delgado. 2006. Efecto del CaCl<sub>2</sub> sobre la actividad enzimática antioxidante durante la vida florero de gerbera (*Gerbera jamesonii* H. Bolux ex Hook F.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 12(2): 203-209. [https://www.redalyc.org/pdf/609/Resumenes/Resumen\\_60912211\\_1.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/609/Resumenes/Resumen_60912211_1.pdf)

Tzavaras, M., Tzimitra-Kalogianni, I. y M. Bourlakis. 2010. Consumer behaviour in the Greek floral market. Comparative insights for the food industry. *British Food Journal*, 112 (4): 403-415. DOI: 10.1108/00070701011034411

Universidad Politécnica Valencia. 2003. *Las angiospermas dicotiledóneas*. [http://www.euita.upv.es/varios/biologia/temas/tema\\_20.htm](http://www.euita.upv.es/varios/biologia/temas/tema_20.htm); fecha de consulta 27-X-2019.

UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales). 2002. *Ley sobre la protección de las obtenciones vegetales*. Disponible en: [https://www.upov.int/upovlex/es/upov\\_convention.html](https://www.upov.int/upovlex/es/upov_convention.html); fecha de consulta 2-II-2019.

UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales). 2013. *Glosario de términos utilizados en los documentos de la UPOV*. [https://www.upov.int/meetings/es/doc\\_details.jsp?meeting\\_id=29623&doc\\_id=252569](https://www.upov.int/meetings/es/doc_details.jsp?meeting_id=29623&doc_id=252569); fecha de consulta 2-II-2019.

Valares, M. C. 2011. *Variación del metabolismo secundario en plantas debida al genotipo y al ambiente*. Departamento de biología vegetal, ecología y ciencias de la tierra. Edita Universidad de Extremadura, España.

- Van Uffelen, R. L. M. y De Groot, N. S. P. 2005. 'Floriculture World Wide; production, trade and consumption patterns show market opportunities and challenges'. Wageningen University and Research centre Agriculture Economics Institute <http://econpapers.repec.org/paper/agsaerips/29148.htm>
- Vargas, P. 2012. Angiospermas. Pp: 134-143. In: P. Vargas y R. Zardoya (Eds.). El árbol de la vida. Sistemática y evolución de los seres vivos. Publisher: Impulso, S. A. España.
- Vidalie, H. 1992. Producción de flores y plantas ornamentales. Ed. Mundi – prensa. Madrid. España.
- Villaseñor, J. L. 2018. Diversidad y distribución de la familia Asteraceae en México. *Botanical Sciences*, 96 (2): 332-358. DOI: 10.17129/botsci.1872
- Villaseñor, J. L. y E. Ortiz. 2014. Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad. Supl*, 85: 134-142. <https://doi.org/10.7550/rmb.31987>
- Vivanco, J. M., Cosío, E., Loyola-Vargas, V. M. y H. E. Flores. 2005. Mecanismos químicos de defensa en las plantas. *Investigación y Ciencia*, 69-75. <https://www.uv.mx/persona/l/tcarmona/files/2010/08/vivanco-et-al-2005.pdf>
- Walters, R. D., Newton, C. A., Lyon, D. G. 2014. *Introduction: Definitions and Some History*. Induced Resistance for Plant Defense <https://doi.org/10.1002/9781118371848.ch1>
- Wernett, H.C., Wilfert, G.J., Sheehan, T.J., Marousky, F.G., Lyrene P.M., y D.A. Knauff. 1996. Postharvest longevity of cut flower gerbera in response to selection for vase life of components. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 121(2): 216-221.
- White, T., Adams, T., Neale, D. 2007. Forest Genetics. CAB International, USA. pp. 682.
- Wikstrom, N., Savolainen, V. y M. W. Chace. 2001. Evolution of the angiosperms: calibrating the family tree. *Proceedings. Biological sciences*, 268 (1482): 2211-2220. DOI: 10.1098/rspb.2001.1782

Yong, A. 2010. The floristic biodiversity in agricultural systems. *Cultivos Tropicales*, 31(4): 00.[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S025859362010000400012&lng=es&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025859362010000400012&lng=es&tlng=en)

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. DOI: <https://doi.org/10.9734/AJRCS/2018/46537>

Yudin, L.S.; W.G. Mitchell y J. J. Cho. 1987. Color preference of thrips (Thysanoptera: Thripidae) with reference to aphids (Homoptera: Aphididae) and leafminer in hawaiian lettuce farms. *Journal of Economic Entomology*, 80: 51-55.

## X. ANEXOS

**Anexo 1.** Publicación de artículo arbitrado en 2019 en Revista Entomología mexicana (6): 229-235. ISSN: 2448-475.

### **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, Jaime Mejía-Carranza**

Centro Universitario Tenancingo, C.P. 52400 Estado de México, México. Tenancingo, Universidad Autónoma del Estado de México, Carretera Tenancingo-Villa Guerrero Km. 1.5. [jmejia@uaemex.mx](mailto: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 cm<sup>2</sup> 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 cm<sup>2</sup> 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 peroxidasa, 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*), trips (*Thrips tabaci*), jassids (*Amrasca biguttula*) y pulgón (*Aphis gossypii*) (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.

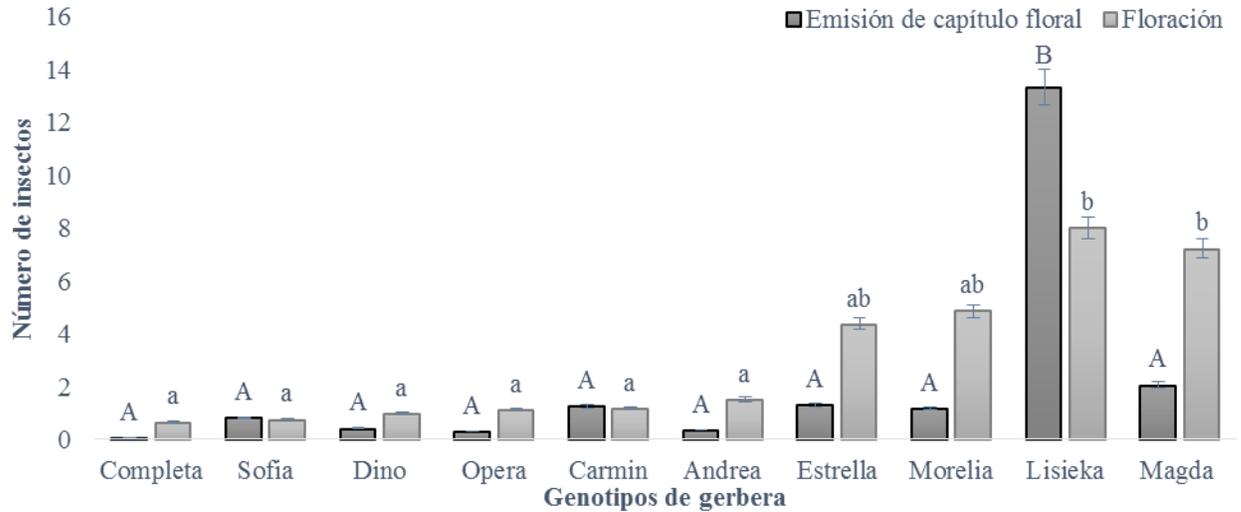
## MATERIALES Y MÉTODO

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 msnm. 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 cm<sup>2</sup> 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<sup>®</sup>, 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).

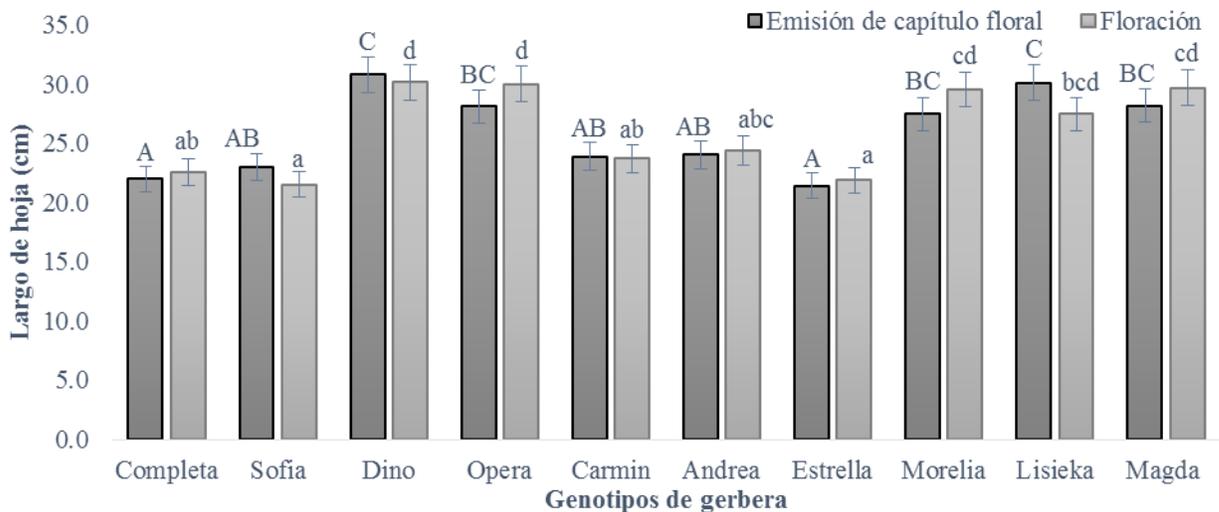
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) para la incidencia de insectos (adultos + ninfas) entre genotipos en las dos etapas fenológicas (Figura 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 (Figura 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  $\alpha=0.05$ ) agrupó 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 *Bemisia tabaci* Gennadius, 1889 (Nombela y Mariano, 2010) y en plántulas de mano de oso (*Oreopanax floribundus*) con *T. vaporariorum* (Calderón- Hernández, 2018).



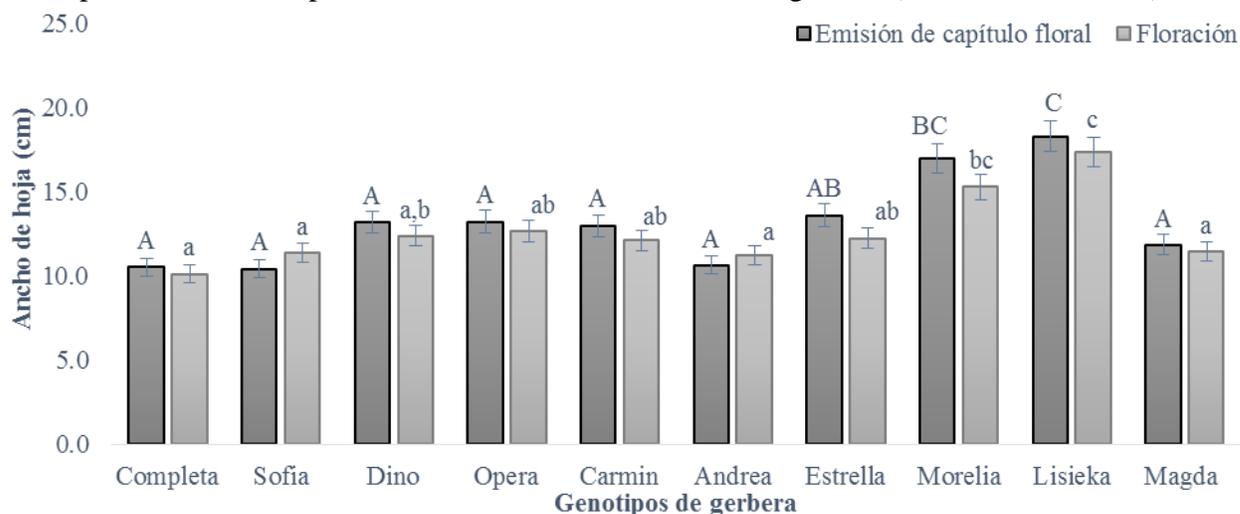
**Figura 1.** Incidencia de mosca blanca *T. Vaporariorum* en 10 genotipos de *Gerbera x hybrida* (ninfas + adultos) en dos etapas fenológicas (emisión de capítulo floral y floración). Barras con la misma letra no difieren significativamente ( $P \leq 0.05$ ). Barras de error son error estándar. Letras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



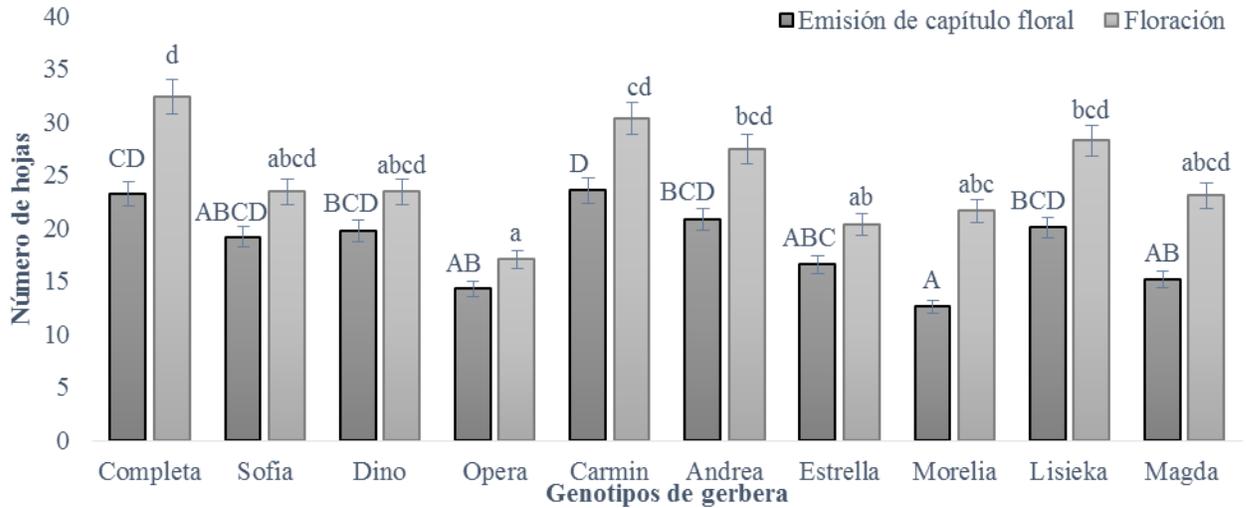
**Figura 2.** Largo de la hoja (cm) en 10 genotipos de *Gerbera x hybrida* correspondiente a dos etapas fenológicas (Emisión de capítulo floral y Floración) Barras con la misma letra no difieren significativamente ( $P \leq 0.05$ ). Barras de error son error estándar. Letras mayúsculas= comparación de 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 (Figura 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 (Figura 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 más 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 *Thrips tabaci* (Lindeman, 1888). 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* (JE Smith, 1797) 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.

## CONCLUSIÓN

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. Disponible en: [http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2017/EA/EM1712017\\_341-346.pdf](http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2017/EA/EM1712017_341-346.pdf)
- 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. Disponible en: <http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2018/EA/EA%20401-407.pdf>
- 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.
- 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., PalaiChhuria 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. and J. Insuasty-Torres. 2010. Variación de la Herbivoría 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. Disponible en: <http://www.geociencias.unal.edu.co/unciencias/data-file /user25/file/INFORME %20FINAL%20CURSO%20DIRZO.pdf#page=7>
- 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. DOI: <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.668>
- Hossain, S., Jolly, S.N., Mehraj, H. and AFM 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. Disponible en: <http://www.ijbssr.com /currentissueview/14013086>
- 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. DOI: <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 green house conditions. *Asian Journal of Horticulture*, 5(2): 309-310. [http://www.researchjournal.co.in/Online/TAJH/TAJH%205\(2\)/5A-309-310.pdf](http://www.researchjournal.co.in/Online/TAJH/TAJH%205(2)/5A-309-310.pdf)
- Loges, V., Lemos, M. A., Resende, L.V., Menezes, D., Candeia J. A. y V. F. Santos. 2004. Correlações entre caracteres agrônômicos associados à resistência a tripses em cebola. *Horticultura Brasileira*, 22(3): 624-627. <http://www.scielo.br/pdf/hb/v22n3/a25v22n3.pdf>
- Mahmood, M.A., Ahmad, N. and M.S. Akhtar. 2013. Comparative Evaluation of Growth, Yield and Quality Characteristics of Various *Gerbera jamesonii* L.) Cultivars under Protected Condition. *Journal of Ornamental Plants*, 3(4): 235-241. Disponible en: <http://journals.iau.ir/article513381ac8b45ee5b8de7864edac0fb77c91fed.pdf>
- 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. Disponible en: <http://www.bioline.org.br/request?em01010>
- 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. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-90-481-2460-2\\_14](https://doi.org/10.1007/978-90-481-2460-2_14)
- Rivera, C. A. 2015. Generación de híbridos de *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*. [http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos\\_a.php](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. DOI: <https://doi.org/10.9734/AJRCS/2018/46537>

**Anexo 2.** Carta de aceptación al XI Congreso Latinoamericano y LIV Congreso Nacional de Entomología.



## Sociedad Mexicana de Entomología

### Academia Entomológica de México

*"Por un mejor conocimiento de la fauna entomológica de México"*



### *XI Congreso Latinoamericano y LIV Congreso Nacional de Entomología*

Texcoco, Estado de México a 15 de marzo de 2019

Asunto: Aceptación presentación en congreso

Estimados Autor (es)

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

Por medio de la presente le comunico a usted que su trabajo titulado "VARIABLES MORFOLÓGICAS DE *Gerbera x hybrida* ASOCIADAS A LA INCIDENCIA DE *Trialetrodes vaporariorum* Westwood, 1856 (HEMIPTERA, ALEYRODIDAE)", ha sido aceptado para ser presentado en modalidad ORAL en la sección ENTOMOLOGÍA AGRÍCOLA, en el marco del XI Congreso Latinoamericano y LIV Congreso Nacional de Entomología, a celebrarse en la ciudad de Puerto Vallarta, Jalisco del 9 al 12 de junio del presente año.

Posteriormente se le comunicará la publicación del programa de forma digital en la página de la Sociedad Mexicana de Entomología, para que pueda verificar su inclusión en el.

Sin otro particular y seguro de contar con su asistencia y valiosa participación en este evento le envié un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Dr. Jesús Alberto Acuña Soto  
Presidente  
Sociedad Mexicana de Entomología 2017-2019

ccp. Archivo

---

ACADEMIA ENTOMOLÓGICA DE MÉXICO A. C.  
Carretera México - Texcoco Km 36.5, Montecillo Texcoco, Estado de México C. P. 56230  
AED130429E98  
contacto@socmexent.org; www.socmexent.org/

**Anexo 3.** Constancia de participación por ponencia oral en el XI Congreso Latinoamericano y LIV Congreso Nacional de Entomología.

**La Sociedad Mexicana de Entomología A. C.**  
Otorga el presente  
**RECONOCIMIENTO**  
A:  
**Daniela Espinoza Gutierrez**  
Por su participación como ponente del trabajo:

**VARIABLES MORFOLOGICAS DE *Gerbera x hybrida* ASOCIADAS A LA INCIDENCIA DE *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, 1856 (HEMIPTERA, ALEYRODIDAE).** Escrito por: Daniela Espinoza-Gutierrez, Santa Mayra Alcantar-Acosta, Sotero Aguilar-Medel, Martha Elena Mora-Herrera y Jaime Mejía-Carranza.

del 9 al 12 de junio de 2019  
Puerto Vallarta, Jalisco  
México

Dra. Martha Patricia Chaires Grijlava  
Presidente del comité organizador Latinoamericano

Dr. Jesús Alberto Acuña Soto  
Presidente de la Sociedad Mexicana de Entomología

Dr. Haidel Vargas Madriz  
Presidente del comité organizador Local

Logos: OFF!, CENAPRECE, SALUD, 2019, SENASICA, and others.

**Anexo 4.** Constancia de participación por ponencia oral en Congreso XVII Nacional X Internacional de Horticultura Ornamental.



The certificate features a dark purple header with the word "CONSTANCIA" in large gold letters and "Ornato 2019" below it. A decorative gold floral swirl is on the right. Logos for AMEHOAC and UPAEP are on the left. The main text is in gold and black, detailing the congress and the participants. Three signatures are at the bottom, each with a name and title. A small AMEHOAC logo is on the right side of the text area.

**CONSTANCIA**  
Ornato 2019

**XVII Nacional X Internacional**  
**CONGRESO DE HORTICULTURA Ornamental**

Asociación Mexicana de Horticultura Ornamental A.C.  
Otorga la presente *Constancia*

A: D. Espinoza-Gutierrez; S.M. Alcantar-Acosta; J. Mejia-Carranza;  
S. Aguilar-Medel; M.E. Mora-Herrera

Por su participación en la ponencia:  
MORFOLÓGÍA DE LA HOJA DE GERBERA (Gerbera hybrida) ASOCIADA A LA INCIDENCIA DE  
Trialeurodes vaporariorum

Llevado a cabo del 14 al 17 de octubre de 2019 en la Universidad Popular  
Autónoma del Estado de Puebla, Ciudad de Puebla, Pue., México.



  
M. C. Edith  
Salomé Castañeda  
PRESIDENTA AMEHOAC 2017-2019  
COORDINADORA GENERAL ORNATO 2019

  
Dr. José Juan  
Zambrano Méndez  
DIRECTOR DE INGENIERÍA  
EN AGRONOMÍA UPAEP

  
Dr. J. Cruz  
García Altamirano  
COORDINADOR GENERAL DEL  
COMITÉ CIENTÍFICO ORNATO 2019