



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

---

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Sensibilidad de cultivares irradiados de Gladiolo (*Gladiolus communis* L.)

a *Thrips simplex*

Que como requisito parcial para obtener el título de

**Ingeniero Agrónomo Fitotecnista**

**PRESENTAN:**

Aide Beltrán Sánchez

Melisa Peña Valdés

Generación 42

MODALIDAD: TESIS COLECTIVA

**ASESOR DE TESIS**

Dr. Jesús Ricardo Sánchez Pale

Dr. Álvaro Castañeda Vildózola



Campus universitario “El Cerrillo”, Cerrillo Piedras Blancas, Toluca,  
Estado de México, Mayo de 2022.

## ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS .....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	XI
DEDICATORIAS.....	XIV
RESUMEN.....	XIII
ABSTRAC.....	XV
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS .....</b>	<b>5</b>
<b>III. HIPÓTESIS DEL TRABAJO.....</b>	<b>6</b>
<b>IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>7</b>
4.1 Origen e importancia .....	7
4.2 Superficie cultivada en México.....	9
4.3 Taxonomía .....	11
4.4 Morfología.....	12
4.4.1 Tallos.....	13
4.4.2 Hojas .....	14
4.4.3 Inflorescencia.....	15
4.4.4 Fruto y semillas.....	16
4.4.5 Cormo.....	16
4.4.6 Raíz .....	20
4.5 Variedades .....	20
4.6 Propagación.....	22
4.7 Ciclo del cultivo .....	25
4.8 Condiciones del cultivo .....	26
4.8.1 Temperatura .....	26
4.8.2 Luz .....	27
4.8.3 Humedad .....	28
4.8.4 Suelo .....	28
4.9 Proceso de producción del gladiolo.....	29

4.9.1	Preparación de cormos.....	29
4.9.2	Selección de cormos.....	30
4.9.3	Requerimientos edáficos.....	30
4.9.4	Salinidad .....	30
4.9.5	pH del suelo.....	31
4.9.6	Elección del terreno .....	31
4.9.7	Preparación del terreno.....	32
4.9.8	Plantación.....	33
4.9.9	Época de plantación .....	33
4.9.10	Desinfección de cormos .....	34
4.9.11	Densidad y profundidad de plantación .....	34
4.10	Labores culturales.....	36
4.10.1	Riego .....	36
4.10.2	Escardas.....	37
4.10.3	Tutoraje .....	38
4.10.4	Fertilización .....	38
4.11	Cosecha.....	38
4.11.1	Recolección de flores .....	38
4.11.2	Clasificación.....	39
4.11.3	Empaque .....	41
4.12	Postcosecha.....	42
4.12.1	Cosecha de cormos .....	43
4.12.2	Calibre de los cormos .....	44
4.13	Plagas.....	46
4.13.1	Trips del gladiolo ( <i>Thrips simplex</i> ) .....	46
4.13.2	Gallina ciega ( <i>Phyllophaga</i> spp.) .....	51
4.13.3	Hormigas.....	52
4.13.4	Roedores.....	53
4.14	Enfermedades Fungosas .....	54
4.14.1	<i>Fusarium oxysporum</i> .....	54

4.14.2	<i>Botrytis gladiolorum</i> .....	55
4.14.3	<i>Rhizoctonia solani</i> .....	56
4.14.4	<i>Curvularia trifolii</i> .....	56
4.14.5	<i>Uromyces transversalis</i> .....	57
4.14.6	<i>Penicillium gladioli</i> .....	58
4.15	Control de plagas y enfermedades.....	59
4.16	Irradiación de cultivos .....	60
<b>V.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>65</b>
5.1	Localización del área de estudio.....	65
5.2	Establecimiento del ensayo .....	66
5.3	Muestreo .....	66
5.4	Variables a evaluar .....	69
5.5	Análisis de datos .....	70
<b>VI.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>71</b>
<b>VII.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>85</b>
<b>VIII.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>89</b>
<b>IX.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>90</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Producción de gladiolo (gruesa) en la República Mexicana. ....	9
Cuadro 2. Producción de gladiola (gruesa) en el Estado de México. ....	10
Cuadro 3. Tamaño de cormillos recomendable para propagación. ....	25
Cuadro 4. Tamaño de cormos .....	30
Cuadro 5. Clasificación de gladiolas según la longitud del tallo floral. ....	39
Cuadro 6. Clasificación de gladiola por el tamaño de la primera flor abierta sobre la espiga .....	40
Cuadro 7. Aplicaciones de la energía nuclear en el sector agrícola. ....	62
Cuadro 8. Análisis de varianza para el área bajo la curva de población de trips por dosis. ....	74
Cuadro 9. Separación de medias del área bajo la curva de incidencia de trips a través del tiempo capturadas en plantas de gladiolo tratadas a diferentes dosis de irradiación. ....	75
Cuadro 10. Resultados del análisis de varianza de la densidad de trips por días de muestreo en plantas obtenidas de diferentes dosis de irradiación obtenidas en la variedad blanca borrega. ....	77
Cuadro 11. Separación de medias para la variable densidad de trips capturados en las diferentes fecha de muestreo en plantas de gladiolo variedad blanca borrega tratadas a diferentes dosis de irradiación. ....	78
Cuadro 12. Separación de medias por fechas de muestreo para daños en los diferentes tratamientos evaluados. ....	80

Cuadro 13. Resultados del análisis de varianza para la variable densidad de población de trips en plantas de gladiolo variedad roja borrega en las diferentes fechas de muestreo.....82

Cuadro 14. Separación de medias para la variable densidad de población de trips en plantas obtenidas con diferentes dosis de irradiación en las diferentes fechas de muestreo.....83

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cormos y cormillos de <i>Gladiolus communis</i> .....	12
Figura 2. Descripción morfológica de la planta del gladiolo.....	13
Figura 3. Plantas de gladiolo con 6-7 hojas a punto de emitir espiga floral. ....	15
Figura 4. Representación gráfica de un cormo. ....	18
Figura 5. Cormo y reproducción de cormillos. ....	18
Figura 6. Cormo del gladiolo.....	19
Figura 7. Variedades de mayor aceptación .....	21
Figura 8. Multiplicación de un cormo después de un ciclo de cultivo.....	24
Figura 9. Etapa de formación de la flor del gladiolo.....	26
Figura 10. Profundidad de plantación .....	35
Figura 11. Asentamiento del cormo en la siembra .....	36
Figura 12. Clasificación de espigas florales .....	40
Figura 13. <i>Thrips simplex</i> .....	49
Figura 14. <i>Thrips</i> del orden Tubulifera.....	49
Figura 15. Larvas de gallina ciega.....	52
Figura 16. Gladiola espolvoreada con insecticida y riego rodado .....	53
Figura 17. Daños por tuzas, mas raleo en algunas partes .....	54
Figura 18. Pudrición y momificación de cormos de gladiolo causado por <i>Fusarium</i> .....	55
Figura 19. Daños caudados por <i>Botrytis</i> en cormo y hoja .....	56

Figura 20. Daños en hojas de gladiolo causado por el hongo <i>Curvularia</i> .....	57
Figura 21. Daños en hoja causado por <i>Uromyces</i> .....	58
Figura 22. Daños en cormos ocasionados por <i>Penicillum</i> .....	59
Figura 23. Ubicación de la Facultad de Ciencias Agrícolas .....	65
Figura 24. Establecimiento del experimento .....	66
Figura 25. Muestreo en campo .....	67
Figura 26. Captura y conteo de trips .....	67
Figura 27. Riego por inundación.....	68
Figura 28. Escala de daño o severidad, expresada en porcentajes.....	68
Figura 29. Daño de trips.....	69
Figura 30. Por cuestiones de que las plantas no eran respetadas en campo, ya que se robaron algunas macetas se pasaron al invernadero. Aquí se pueden observar al testigo donde la mayoría de sus plantas están secas y algunas plantas de las dosis 100, 90.....	98
Figura 31. Las plantas de las dosis restantes, todas de la variedad blanca borrega. ....	98
Figura 32. En la imagen se pueden observar las plantas de algunas dosis de tratamiento para la variedad roja borrega.....	99
Figura 33. Se hace la comparación de daños del tratamiento (T-20) con respecto al testigo.....	99

Figura 34. Comparación de daños del testigo y T-50 donde se observan mayores daños en el testigo, mientras que la planta irradiada tiene mejores características. .....	100
Figura 35. Se compara el testigo con la dosis 90 la cual en la estadística resulto ser la planta con mayor resistencia al daño de trips. ....	100
Figura 36. Se puede observar que la planta de dosis 10 resulta a simple vista tener buenas características, sin embargo 88 dds es una de las que tiene mayores daños. .....	101
Figura 37. Al igual que la planta de dosis 10 al principio presentaba características estéticamente aceptables, mientras que 72 dds también fue una de las plantas con mayor daño. ....	101
Figura 38. Al comparar cualquier planta sometida al tratamiento, es decir diferente al testigo, presentan buena apariencia, pero conforme avanzaron los días del experimento la mayoría de las plantas presento daño por trips o roya. .....	102
Figura 39. La dosis 20, 72 dds fue uno de los tratamientos que presento mayor daño.....	102
Figura 40. Se realiza una comparación entre el testigo y dos tratamientos más, ambos resultando ser de los más dañados, pero en esta imagen se puede observar que la dosis 20 ligeramente es mejor que la dosis 30. ....	103
Figura 41. Se observa un resultado similar al testigo.....	103
Figura 42. Al igual que en la imagen anterior se pueden observar características similares al testigo.....	104

Figura 43. Se observan daños por trips.....	104
Figura 44. Daños ocasionados por roya.....	105
Figura 45. Se pueden observar características similares al testigo. No hay mayor altura, ni otras características. ....	106
Figura 46. Comparación de daños entre tres dosis diferentes.....	106
Figura 47. Comparación de daños con la dosis 50, la cual presenta buenas características estéticas. ....	107
Figura 48. Comparación de daños con la dosis 60, la cual presenta mejores resultados comparada con el testigo. ....	107

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Área bajo la curva de la población de trips simplex en la variedad blanca borrega.....	72
Gráfica 2. Área bajo la curva de la población de trips en la variedad roja borrega. .....	73



**RESUMEN**  
**SENSIBILIDAD DE CULTIVARES IRRADIADOS DE GLADIOLO**  
*(Gladiolus communis L.) A Thrips simplex.*

**Melisa Peña Valdés:** Aide Beltrán Sánchez. Ingeniero Agrónomo Fitotecnista. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma del Estado de México. E-mail: melisa-thania@live.com.mx

**Aide Beltrán Sánchez.** Ingeniero Agrónomo Fitotecnista. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma del Estado de México. E-mail: aide\_heidy23@hotmail.com.

Asesores: Dr. Jesús Ricardo Sánchez Pale: Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ciencias Agrícolas, Campus universitario "El Cerrillo", El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, México. C.P. 50200. Tel (fax) 2-96-55-29 y 2-96-55-31. E-mail: jrsanchezp@uaemex.mx

Dr. Álvaro Castañeda Vildózola: Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ciencias Agrícolas, campus universitario "El cerrillo", El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, México. C.P. 50200. Tel (fax) 2-96-55-29 y 2-96-55-31. E-mail: acastanedav@uaemex.mx

El cultivo del gladiolo es la principal ornamental de corte que se produce en México, y la que mayor consumo continuo tiene durante todo el año. Además, emplea una gran cantidad de mano de obra. Por la importancia económica y social que representa este cultivo, en las regiones productoras del Estado de México, es importante atender a la diversa problemática fitosanitaria que limita su producción, en la que destaca *Thrips simplex* como la principal plaga insectil que afecta al cultivo y que ocasiona una baja producción comercial, incrementa los costos de producción y demerita la calidad de la flor. Una de las principales

estrategias de control es la resistencia genética expresada como la preferencia o no del insecto hacia un cultivar o especie vegetal. En un trabajo previo, cormos irradiados en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) se sembraron en un invernadero ubicado en la Facultad de Ciencia Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México, que permitió obtener plantas radiosensibles con características deseables en términos agronómicos, pero se desconoce su comportamiento ante la presencia de trips. En este trabajo se evaluó la preferencia o no del insecto en los diferentes cultivares seleccionados, que permitió conocer el nivel de resistencia a *Thrips simplex*. En condiciones de campo experimental de la facultad de ciencias agrícolas se evaluaron 6 plantas generadas en cada una de las 10 dosis de irradiación en la variedad blanca borrega y en tres dosis de la variedad roja. Se evaluó la densidad de trips presente en las plantas de cada dosis por medio de trampas amarillas colocadas de forma triplicada. Los datos obtenidos permitieron estimar el área bajo la curva de la población del insecto por cada dosis, así como el nivel de daño que expresaron las plantas de cada dosis. Los resultados indicaron que las plantas de la dosis a 90 Gy presentó la menor población del insecto en las diferentes fechas de muestreo, así como la menor área bajo la curva de la población de *Trips simplex*. Seguida de las dosis 20 y 30 Gy. La mayor densidad de población se presentó en el testigo sin irradiar. En este mismo sentido, el mayor daño ocasionado por el insecto se expresó en las plantas testigo y en la dosis 10 y 40 Gy. Las plantas con menor daño de trips se expresaron con la dosis de 90 Gy.

**ABSTRAC**  
**SENSITIVITY OF IRRADIATED CULTIVARS OF GLADIOLUS (*Gladiolus*  
*communis* L.) TO *Thrips simplex*.**

**Melisa Peña Valdés:** Aide Beltrán Sánchez. Phytotechnist Agronomist Engineer. Faculty of Agricultural Sciences. Autonomous Mexico State University. E-mail: melisa-thania@live.com.mx

**Aide Beltrán Sánchez.** Phytotechnist Agronomist Engineer. Faculty of Agricultural Sciences. Autonomous Mexico State University. E-mail: aide\_heidy23@hotmail.com.

Asesores: Dr. Jesús Ricardo Sánchez Pale: Faculty of Agricultural Sciences. Autonomous Mexico State University, University campus "El Cerrillo", El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, México. C.P. 50200. Tel (fax) 2-96-55-29 y 2-96-55-31. E-mail: jrsanchezp@uaemex.mx

Dr. Álvaro Castañeda Vildózola: Faculty of Agricultural Sciences. Autonomous Mexico State University, University campus "El cerrillo", El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, México. C.P. 50200. Tel (fax) 2-96-55-29 y 2-96-55-31. E-mail: acastanedav@uaemex.mx

Gladiolus is the main ornamental cut flower produced in Mexico, and it is the ornamental crop with the most consistent demand year-round. In addition, it requires a large amount of labor. Given the economic and social importance of this crop, in the producing regions of the State of Mexico, it is important to address the diversity of phytosanitary problems that limit its production. *Thrips simplex* is the main insect pest that affects the crop and can lead to decreased commercial production, increased production costs, and reduced flower quality.

One of the main control strategies is genetic resistance, expressed as the preference or non-preference of an insect for a particular plant cultivar or species. In a previous study, corms irradiated at the National Institute of Nuclear Research (*Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares*, ININ) were planted in a greenhouse located at the Agricultural Sciences Faculty of the Autonomous University of the State of Mexico (*Facultad de Ciencia Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México*) which generated radiosensitive plants with agriculturally desirable characteristics, but whose behavior when exposed to thrips was unknown. In this study, we evaluated the preference or lack of preference of the insect to different selected cultivars in order to determine their resistance to *Thrips simplex*. Under experimental field conditions at the Agricultural Sciences Faculty, we evaluated six plants generated by exposure to each of 10 radiation doses of the *blanca borrega* variety and three doses of the *roja* variety. We evaluated thrip density present on the plants of each dose using yellow traps placed in triplicate. The data obtained allowed us to estimate the area under the curve of the insect population for each dose, as well as the level of damage to the plants at each dose. The results indicated that the plants that received a dose of 90 Gy presented the lowest insect population at each of the different sampling dates, as well as the lowest area under the curve of the *Thrips simplex* population, followed by the 20 and 30 Gy doses. The highest population density occurred on the non-irradiated control and plants irradiated at 70 Gy. Similarly, the most insect damage occurred in control plants and plants irradiated at doses of 10 and 40 Gy. The plants with the least damage from thrips were those that received a dose of 90 Gy.

## I. INTRODUCCIÓN

Las plantas ornamentales están entre las especies agrícolas con mayor valor de producción por hectárea y de los que origina una derrama económica importante en las diversas regiones en donde se cultivan, debido a la alta inversión que se emplea en infraestructura, insumos y mano de obra para su cultivo (Flores-Almaraz y Lagunes-Tejeda, 1998).

El Estado de México ocupa el primer lugar en la producción y exportación de flores de corte a nivel nacional, cuya actividad genera miles de empleos y una fuerte percepción de ingresos para la entidad. Una de las principales flores de corte que se producen es el gladiolo (*Gladiolus grandiflorus*), cuyas bondades han sido por años bastante ventajosas respecto a las demás ornamentales producidas en el estado y que han posicionado a este cultivo como uno de los de mayor importancia en el mercado nacional e internacional (Pedraza, 2015), además de fuerte demanda por parte de los consumidores.

Se consideran dentro del segundo grupo de flores más importantes cultivados a partir de órganos de almacenamiento, son miembros de la familia Iridácea, y las variedades producidos comercialmente se conocen botánicamente como *Gladiolus x grandiflorus*, son de origen híbrido. Las especies originarias se introdujeron de diversas áreas del continente Africano (Salinger, 1991).

*Gladiolus* es el diminutivo de *gladius*, que significa “espada”. Este nombre se refiere a la forma de la hoja que es lanceolada (termina en punta). La flor (en la época de los romanos) era entregada a los gladiadores que triunfaban en la batalla, por eso, la flor es el símbolo de la victoria. Los cultivares hortícolas del gladiolo se han convertido a híbridos desde comienzos del siglo XIX, por

cruzamientos entre diversas especies, y presentan gran diversidad de tamaños, colores, formas de las flores y época de floración (Larson, 1992; Vidalie, 2001).

En 2019, México sembró 4,638 ha de gladiolo, de las cuales 1,449 ha se cultivan en el Estado de México, siendo el Distrito de Desarrollo Rural de Coatepec Harinas la principal zona de producción florícola, donde se establece 1,124 ha de la superficie sembrada, generando una importante actividad agrícola, económica y social. Sin embargo, al igual que todas las plantas cultivadas por el hombre y explotadas de manera intensiva, el cultivo del gladiolo se enfrenta durante su desarrollo y producción a fuertes ataques de diversos insectos plagas y enfermedades (Pedraza, 2015; SIAP, 2019).

Una de las principales plagas que afectan a la producción de flor y cormo son los trips; ICAMEX (2015) y Romero (1996) indican a *Frankliniella occidentalis* como la principal especie que la afecta; sin embargo, Carrizo *et al.* (2018) indican a *T. simplex* como la especie que se alimenta y completa su ciclo en gladiolo.

El Trips del gladiolo (*Thrips simplex*) es la principal plaga que afecta al cultivo durante todo su ciclo, por su tamaño y hábitos alimenticios ha sido difícil su control, llegando a ocasionar daños severos en el desarrollo vegetativo, en la calidad de la flor y los cormos, además de que se les ha asociado con la presencia de virus como: TSWV, TSV e INSV (Romero, 2017).

En las hojas y las flores aparecen manchas blancas, las cuales se secan en etapas de desarrollo. Además, se presentan algunas deformaciones en las flores, cuando el ataque es severo, los botones florales se secan. Normalmente, estos insectos pasan el invierno en los lugares de almacenamiento de los cormos (Pedraza, 2015).

Las plagas y enfermedades en el cultivo del gladiolo demandan una gran cantidad de insumos de origen químico para su control; originando un incremento en los costos de producción, contaminación del suelo y del agua, además de la infestación de los predios en donde se cultiva.

Su control se basa en el uso de plaguicidas sintéticos y muy escasamente en botánicos, y menos aún en control genético. En México no existen variedades con algún grado de resistencia a este insecto, por lo que es necesario generar variedades con algún grado de resistencia expresada en la planta con una mínima o nula preferencia por el insecto. Por lo que se requiere generar materiales con algún nivel de resistencia.

Entre los métodos de mejoramiento que se disponen son la hibridación, ingeniería genética, selección y la generación de mutantes a través de irradiaciones o sustancias químicas. El uso de irradiaciones en el ámbito agropecuario es extenso, permitiendo la mejora de ciertas especies, en cuanto a rendimientos, resistencia a plagas u otros aspectos de interés nutricional, comercial o técnico (Muñoz, 2016). Al inducir mutaciones en las semillas con irradiación, lo que se pretende es producir cambios genéticos que resulten beneficiosos para el cultivo de las plantas, como por ejemplo una mayor resistencia a alguna enfermedad específica, mejor adaptación a ciertas condiciones ambientales, o un mayor rendimiento en las cosechas (Foro nuclear, 2018).

Desde la década de 1960, los rayos gamma se han convertido en el agente mutagénico más comúnmente usado en la generación de mutaciones en plantas. El efecto de la mutación en plantas ornamentales es muy visible, por lo que la selección para cambios en el color de la flor, forma y tamaño es fácil; sin embargo,

estos cambios no siempre presentan novedades con valor de importancia (Piña, 2019).

La determinación de las dosis de radiación que se aplica en los trabajos de mejoramiento genético constituye una tarea imprescindible; así, diversos trabajos han permitido definir los intervalos de radiaciones gamma útiles para muchas especies cultivadas, al determinar la radiosensibilidad de los tejidos por la exposición a diferentes intensidades de radiaciones.

En especies forestales se han desarrollado trabajos aplicando con éxito las radiaciones ionizantes para modificar las características de germinación y supervivencia. Sin embargo, la mayoría de los estudios realizados se han dirigido a evaluar la respuesta biológica a dosis elevadas de radiaciones, en tanto que en pocos estudios se han usado dosis bajas para estimular procesos fisiológicos (radioestimulación), pese a que el estudio de las radiaciones ionizantes ha sido ampliamente sustentada (Piña, 2019).

Por lo que con el presente trabajo se evaluó la preferencia o no del insecto en los diferentes cultivares irradiados y seleccionados previamente por Piña (2019) considerando su respuesta a la irradiación y a algunas características vegetativas, con la finalidad de conocer cuales cultivares presenten menor daño en las plantas y que sean de utilizada en un tiempos futuro a los productores para reducir los costos en el manejo químico del insecto, con una menor contaminación del suelo y del ambiente, con una mejor o igual calidad comercial de la flor.

## II. .OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Conocer el nivel de preferencia y no preferencia de *Thrips simplex* a cultivares sobresalientes de gladiolo obtenidos mediante la irradiación a cormos con rayos gamma de Co<sup>60</sup>.

### 2.2 Objetivos específicos

1. Determinar los niveles de preferencia de *Th. simplex* a cultivares irradiados de gladiolo de la variedad roja y blanca borrega.
2. Evaluar el nivel de daño de *Th. simplex* en los cultivares irradiados de gladiolo de la variedad roja y blanca borrega.

### III. HIPÓTESIS DEL TRABAJO

Al menos uno de los cultivares seleccionados a partir de la irradiación de cormos de la variedad roja y blanca borrega expresaron no preferencia por *Th. simplex*.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 Origen e importancia

El gladiolo (*Gladiolus communis* L.) y sus híbridos cultivados (*Gladiolus x hybridus* y *Gladiolus x grandiflorus*) es una de las flores más importantes en el mundo, se viene cultivando desde los tiempos de los imperios griegos y romanos, comprende 180 especies nativas de África, Madagascar, Europa, Arabia y oeste de Asia, sin embargo es originaria de la cuenca mediterránea del África Austral, de donde son originarias la mayor parte de las especies del género *Gladiolus*. *Gladiolus* es el diminutivo de *gladius*, que significa “espada”, adquirió este nombre debido a la forma que tienen sus hojas que es lanceolada (termina en punta), y que la flor (en la época de los romanos) era entregada a los gladiadores que triunfaban en la batalla, por eso, la flor es el símbolo de la victoria (Larson, 1992; Vidalie, 2001; Reyes, 2012).

Las especies de *Gladiolus* se identificaron hace más de 2000 años en Asia menor, las especies europeas fueron cultivadas cuando hace 500 años antes de 1730, las principales especies de jardín utilizadas en Inglaterra fueron *Gladiolus communis*, *G. segetum* y *G. byzantinus*, siendo esta última introducida en 1629 de Constantinopla. Con el establecimiento de rutas de comercio de Inglaterra a India, vía el Cabo de Buena Esperanza, varias especies sudafricanas fueron enviadas a Inglaterra en 1737. Las especies *G. communis*, *G. carneus* (*blandus*), fueron las especies predominantes cultivadas antes de 1880 y, estas son sexualmente compatibles, se formaron varios híbridos de forma natural.

La utilización de las gladiolas como flor de corte en Norteamérica se desarrolló con el híbrido Souchet y en 1870 se enviaban hasta 10,000 espigas de los campos locales a Nueva York, posteriormente se desarrollaron cultivares que se

adaptaron a diferentes condiciones climáticas, después se desarrollaron otros con características florales diferentes como rizados y filamentosos. La industria de las gladiolas cultivadas como flor de corte en Estados Unidos, tuvo su auge en 1950 y la demanda de flores de gladiola se ha ido reduciendo (Reyes, 2012).

Las variedades con frecuencia incluyen numerosas novedades, gozan de un elevado grado de homogeneidad y son susceptibles de sufrir procesos de preforzado y retardamiento que las hacen florecer en épocas determinadas. El gladiolo es una flor de corte de importancia comercial, responde bien a un manejo postcosecha. Los estándares modernos en variedad de colores y formas han ayudado a transformar esta flor estereotipada como fúnebre en favorita y puede ser un importante acento en arreglos florales (Reyes, 2018).

Los cultivares hortícolas del gladiolo se han obtenido desde comienzos del siglo XIX por cruzamiento entre diversas especies botánicas. Presentan gran diversidad de tamaños, colores y forma de las flores, así como de épocas de floración.

Actualmente la reproducción *In vitro* y la ingeniería ha venido a revolucionar la industria de este cultivo. El cultivo de cormos de gladiolos es muy importante en Francia (más de 200 hectáreas) y Holanda que cuenta aproximadamente con 1,400 hectáreas. En México los cormos son importados principalmente desde Holanda, aunque en los últimos años Brasil también es un gran productor de cormos. Para estos países la venta de flores es asunto secundario, pero aun así se puede ver plantaciones no muy grandes (Vdocuments, 2020). La gran mayoría de los cormos sembrados de nuestro país proviene de una autoproducción y no de un verdadero programa de producción de semilla o propágulos.

## 4.2 Superficie cultivada en México

En particular, el gladiolo (*Gladiolus communis* L.) es mundialmente apreciado como flor de corte, por los llamativos colores y belleza de la espiga floral, en especial las variedades que han resultado de las hibridaciones. En México ocupa el tercer lugar en importancia, con 4,638 mil hectáreas sembradas, después de la rosa (*Rosa* ssp.) y el crisantemo (*Chrysanthemum* ssp.) (González y Ayala, 2011). Sin embargo, su producción ocupa el primer lugar entre las flores que se propagan por cormos. Los principales estados que cultivan gladiolo (gruesa) son: Guerrero, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla y Veracruz (Cuadro 1) (SIAP, 2019).

**Cuadro 1.** Producción de gladiolo (gruesa) en la República Mexicana.

Estado	Superficie (ha)		Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)
	sembrada	cosechada	obtenida	obtenido
GUERRERO	230	230	159.151	692,864
MEXICO	1.449	1.195	1,491,282	1,248.143
MICHOACAN	500	500	342.545	684,406
MORELOS	528	528	505.065	956,562
OAXACA	16	12	5.767	501,466
PUEBLA	1.815	1.815	2,163,858	1,192.156
VERACRUZ	100	13	14.05	1,080.769
<b>TOTAL</b>	<b>4.638</b>	<b>4.293</b>	<b>4,681,717</b>	<b>1,090.653</b>

Fuente. SIAP (2019).

Como se puede observar en el Cuadro 1, en México se sembraron 4,638 ha de gladiolo, con un rendimiento promedio de 1, 090.653 gruesas/ha, situación que caracteriza al gladiolo como un cultivo económicamente importante, donde el Estado de México ocupa el segundo lugar con una superficie sembrada de 1,449 ha.

En México, por situaciones agroclimáticas la producción de gladiolo se desarrolla sólo en algunos estados de la República Mexicana. El Estado de México ocupa el primer lugar en la producción y exportación de flores de corte a nivel nacional (Cuadro 2), cuya actividad genera miles de empleos y percepción de ingresos para la entidad.

**Cuadro 2.** Producción de gladiola (gruesa) en el Estado de México.

Municipio	Superficie (ha)		Producción (gruesa)	Rendimiento (gruesa/ha)
	sembrada	cosechada	obtenida	obtenido
Ixtlahuaca	2	2	1,965	786.000
Jiquipilco	10	10	6,488	683.000
Jocotitlán	143	142	107,21	755.000
<b>TOTAL DISTRITO Atlacomulco</b>	<b>155</b>	<b>154</b>	<b>115,664</b>	<b>751.062</b>
Almoloya de Alquisiras	11	11	9,548	868.000
Coatepec Harinas	141	125	144,933	1,161.604
Ixtapan de La Sal	101	90	115,177	1,279.747
Malinalco	136	132	184,254	1,395.860
Ocuilan	160	67	93,444	1,394.680
Tenancingo	189	130	172,615	1,330.571
Tonatico	86	49	64,989	1,329.016
Villa Guerrero	201	177	274,466	1,554.165
Zacualpan	27	24	32,327	1,358.275
Zumpahuacán	72	68	84,718	1,255.089
<b>TOTAL DISTRITO Coatepec Harinas</b>	<b>1,124</b>	<b>871</b>	<b>1,176,470</b>	<b>1,350.247</b>
Temascaltepec	2	2	1,395	930.000
<b>TOTAL DISTRITO Tejupilco</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1,395</b>	<b>930.000</b>
Joquicingo	83	83	96,944	1,168.000
Tenango del Valle	78	78	93,179	1,194.597
<b>TOTAL DISTRITO Toluca</b>	<b>161</b>	<b>161</b>	<b>190,123</b>	<b>1,180.886</b>
Amanalco	7	7	7,63	1,090.000
<b>TOTAL</b>	<b>1,449</b>	<b>1,195</b>	<b>1,491,282</b>	<b>1,248.143</b>

Fuente. SIAP (2019).

Es considerada como una de las principales flores de corte que se producen cuyas bondades han sido años bastante ventajosas respecto a las demás ornamentales producidas en el estado de México y que se han posicionado a este cultivo como uno de los de mayor importancia en el mercado nacional e internacional (Cristóbal, 2011).

### 4.3 Taxonomía

Los gladiolos son plantas herbáceas, anuales y pertenecen a la familia de las Iridáceas (Cristóbal, 2011; NCBI, 2020).

Superreino	Eucariota
Reino	Viriplantae
Phylum	Streptophita
Subphylum	Streptophitina
Clado	Embriophyta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Petrosaviidae
Orden	Asparagales
Familia	Iridaceae
Subfamilia	Crocoideae
Tribu	Gladioleae
Genero	<i>Gladiolus</i> L.
Nombre común	Gladiola

#### 4.4 Morfología

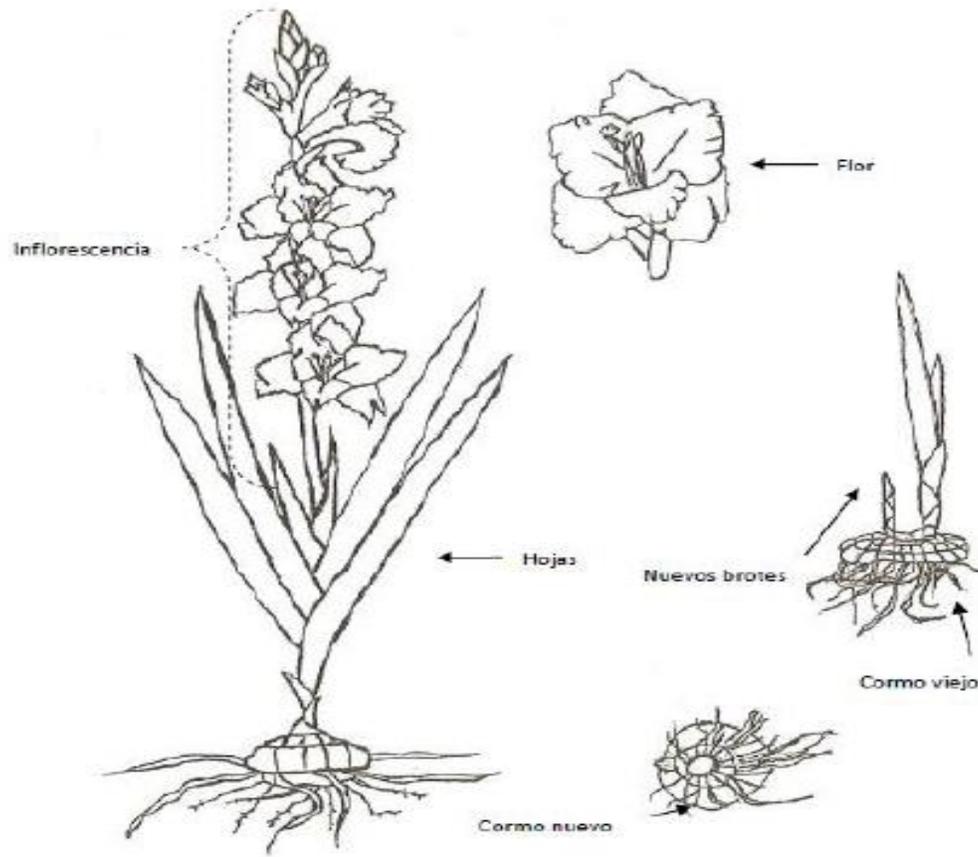
El cruzamiento de especies como *Gladiolus psittacinus*, *Gladiolus saundersii*, *Gladiolus primulinus*, etc. han dado origen a una gran cantidad de híbridos, por lo cual resulta difícil relacionar las variedades actuales con sus progenitores. Actualmente se consideran dos grupos de Gladiolos: Gladiolos híbridos de flor grande (*Gladiolus grandiflora*) y Gladiolos híbridos de flor pequeña (*Gladiolus nanus*) (Cuevas, 2020).

Los gladiolos se caracterizan por su inflorescencia en espiga y sus cormos de renovación anual, que durante el curso de la vegetación dan lugar a numerosos cormillos (Figura 1 y 2) (Vidalie, 2001).



**Figura 1.** Cormos y cormillos de *Gladiolus communis*

Fuente: NorfiPC (2018).



**Figura 2.** Descripción morfológica de la planta del gladiolo.

Fuente: Reyes (2018)

#### 4.4.1 Tallos

El gladiolo presenta dos tipos de tallos, el subterráneo modificado llamado cormo, el tallo floral recubierto en la base por las hojas; al momento de cortar la flor, en éste quedan unas tres hojas. Se considera de buena calidad si el tallo floral alcanza 70 cm, y en conjunto con la espiga floral, alcanza un total de 95 a 175 cm (Gutiérrez, 2014).

#### 4.4.2 Hojas

El gladiolo es una planta erecta de alrededor de 1,20-1,50 m de altura, presenta dos clases de hojas; primero brotan 3 ó 4 hojas cortas basales, que tienen la función de proteger a las subsiguientes y al escapo floral; aquéllas permanecen en la planta hasta tanto madure el nuevo cormo (Figura 3). Dentro de las hojas basales y cortas se desarrollan las del nuevo cormo; éstas se diferencian de las primeras por su color y forma, presentando forma alargada (de 50 a 60 cm de longitud), agudas en su tercio superior, éste carácter les hace forma de espada, conjuntamente con la depresión que presenta su tercio inferior al abarquillarse en la zona de la vaina donde se sobreponen unas a otras alrededor del vástago florífero.

Las hojas, que son alargadas, paralelinervas y lanceoladas, están recubiertas de una cutícula cerosa. Las hojas inferiores están reducidas a vainas y las superiores son dísticas, de lineares a estrechamente lanceoladas. Las hojas salen todas de la base y varían entre 1 y 12, dependiendo de la variedad.

Las bases secas de las hojas son persistentes, teniendo como función proteger el cormo de los factores del medio, evitando lesiones y reduciendo el índice de pérdidas del agua contenida por aquél. La túnica presenta coloración típica en las diferentes variedades, generalmente relacionada con la del cormo (Cuevas, 2005).



**Figura 3.** Plantas de gladiolo con 6-7 hojas a punto de emitir espiga floral.

Fuente: Gutiérrez (2014)

#### **4.4.3 Inflorescencia**

Sus flores son bisexuales, sésiles, cada una rodeada de una bráctea y una bractéola. La inflorescencia es una espiga larga con un promedio de 12-20 flores. Las flores pueden ser de cualquier color excepto negro, verde y azul. Puede tener formas redondas, triangulares, aplanadas, con capuchón o como orquídeas y los pétalos pueden ser sencillos, rizados, filamentosos, recurvados, puntiagudos o profundamente escarolados. Las flores varían de miniatura de 2 cm a lo ancho y muy espaciadas, en tallos delgados, sencillos o con muchas ramas, hasta los gigantes de 2 m con flores de 18 cm de diámetro en una disposición de 2 hileras (Larson, 1992).

#### **4.4.4 Fruto y semillas**

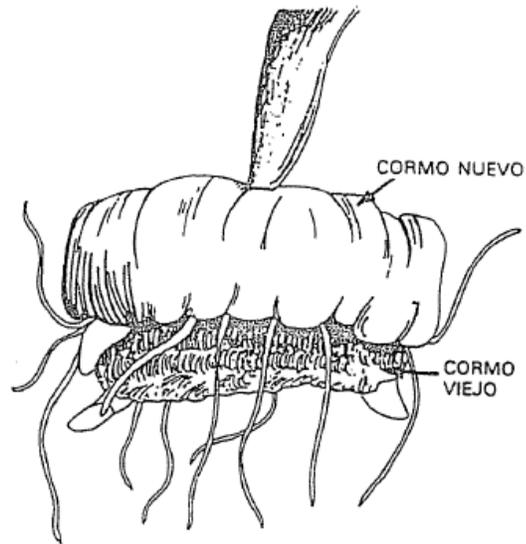
El fruto se presenta en pequeñas capsulas con semillas membranosas denominadas haladas. La reproducción por semilla es un método raramente practicado, excepto para producir nuevas variedades e híbridos y debe ser desarrollado mediante métodos especiales. Este tipo de reproducción sexual se realiza para el mantenimiento de poblaciones de especies silvestres, o bien, para hacer mejoramiento genético. Al cruzar manualmente dos cultivares entre sí, las plantas derivadas de la semilla obtenida manifestarán una gran variabilidad para muchos caracteres, incluyendo el tamaño y color de la flor, la resistencia a enfermedades y la fenología. Estos atributos pueden ser seleccionados y posteriormente retenidos en forma indefinida mediante la multiplicación asexual (Gutiérrez, 2014).

#### **4.4.5 Cormo**

Botánicamente, un cormo es la base hinchada del tallo envuelto por hojas secas con apariencia de escamas (Figura 4). En contraste al bulbo, un cormo es una estructura sólida con varios nudos y entrenudos. La mayor parte del cormo está compuesta por tejido de almacenaje formado por células parenquimáticas. En el cormo maduro las bases de las hojas persisten en cada uno de estos nudos, envolviendo al cormo. Está cubierta, conocida como túnica, lo protege contra daños y pérdida de agua. En el ápice del cormo existe una yema terminal que dará origen a las nuevas hojas y al tallo floral. Además, se desarrollan yemas axiales en cada uno de los nudos. De ahí que en los cormos grandes sean varias de las yemas superiores las que se pueden transformar en varas florales, quedando inhibidas aquellas más cercanas a la base del cormo. Sin embargo, si por alguna razón se impide el desarrollo de las yemas superiores, las basales serán

capaces de desarrollar tallos florales. El sistema radical de un cormo está compuesto por dos tipos de raíces: el sistema de raíces fibrosas, que se desarrollan en la base del cormo madre y las raíces contráctiles, de gran tamaño y aspecto carnoso, que se desarrollan a partir de la base del cormo hijo. El cormo del gladiolo es una estructura semisólida a tierna dependiendo del estado de desarrollo, por lo que en regiones de climas excesivamente fríos deben ser almacenados en invierno para ser replantados en primavera. Al momento de la plantación el cormo es una estructura vegetativa en estado de reposo, a menos que las condiciones de almacenamiento no hayan sido adecuadas. A partir de la base del cormo se desarrollan las raíces y en la parte apical una o más yemas darán origen a las hojas. La iniciación floral sólo comienza unas semanas más tarde, después del inicio de desarrollo del tallo. Simultáneamente la base del tallo comienza a engrosarse para originar el nuevo cormo de la temporada siguiente que se forma por encima del cormo madre. Del mismo modo se desarrollan estructuras estolouniformes en la base del nuevo cormo, que darán origen a los cormillos (Figura 5). En la medida que el nuevo cormo aumenta su tamaño el cormo madre comienza a momificarse hasta finalmente desintegrarse o permanecer adherido en los cormillos. En la medida que el nuevo cormo aumenta su tamaño, el cormo madre comienza a momificarse hasta finalmente desintegrarse o permanecer adherido en la base del cormo nuevo. Su contenido de carbohidratos de reserva es utilizado en la formación de flores o del nuevo cormo. Después de la floración el follaje continúa sintetizando carbohidratos que son trasladados para su almacenaje en el nuevo cormo y en los cormillos. Al final del ciclo, cuando comienza a secarse el follaje, se habrá formado uno o más cormos hijos dependiendo del tamaño del cormo madre y de la cantidad de yemas que se hayan activado y un gran número de cormillos (Figura 6). Al arrancar una

planta que ha dado flor, se puede apreciar que justo encima del cormo original hay otro cormo hijo y entre ellos, multitud de cormillos de tamaño variable. El cormo hijo suele tener el mismo tamaño que el cormo original (Cristóbal, 2011).



**Figura 4.** Representación gráfica de un cormo.

Fuente: Cuevas (2020)



**Figura 5.** Cormo y reproducción de cormillos.

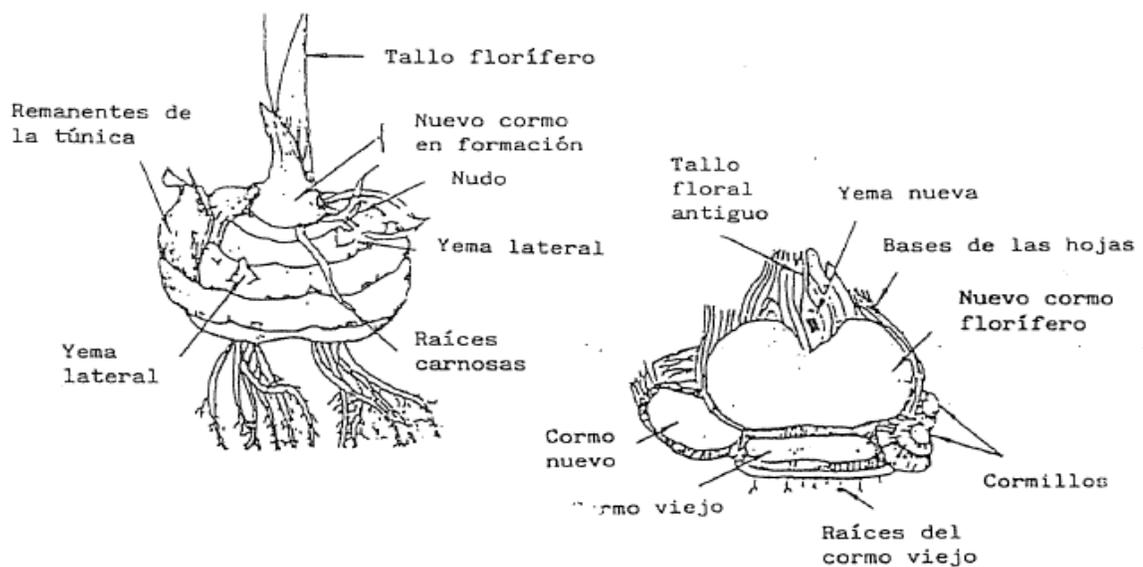
Fuente: Cuevas (2020)

## Vida vegetativa de un cormo

Desarrollo vegetativo: Se inicia con la brotación en el cormo de raíces primarias hasta la emisión de la inflorescencia.

Reorganización: Después de la floración y si las condiciones climatológicas (temperatura y luminosidad) son óptimas, el engrosamiento del nuevo cormo se hace más patente hasta que culmina con la maduración definitiva del cormo y los cormillos.

Reposo vegetativo: En este reposo hay diferencia entre las variedades y las épocas de floración; se puede considerar un espacio de tiempo de tres meses. En este período el cormo tiene una serie de reacciones químicas y transformaciones biológicas en sustancias de reserva. Esta facultad es un mecanismo natural de defensa que posee el gladiolo al igual que otras plantas de clima templado (Cuevas, 2020).



**Figura 6.** Cormo del gladiolo. Izquierda: apariencia externa. Derecha: sección longitudinal mostrando la estructura sólida del tallo comprimido.

Fuente: Cuevas (2020)

#### 4.4.6 Raíz

Reyes (2012) menciona que las plantas de gladiola presentan dos tipos de raíces.

1. La primera se le denomina raíz filiforme, es la que emerge primero, originándose en la base del cormo madre como un sistema radical fibroso, está en transitoria, cuya función principal es servir de anclaje inicial.
2. La segunda es denominada raíz secundaria o contráctil, emerge después de la anterior sustituyéndola y desarrollándose sobre la base del tallo donde se genera otro nuevo, esta tiene dos funciones básicas una de ellas es producir cormillos nuevos y la otra es proveer de agua y nutrientes a la planta (Reyes, 2012).

#### 4.5 Variedades

Las especies botánicas de mayor importancia son:

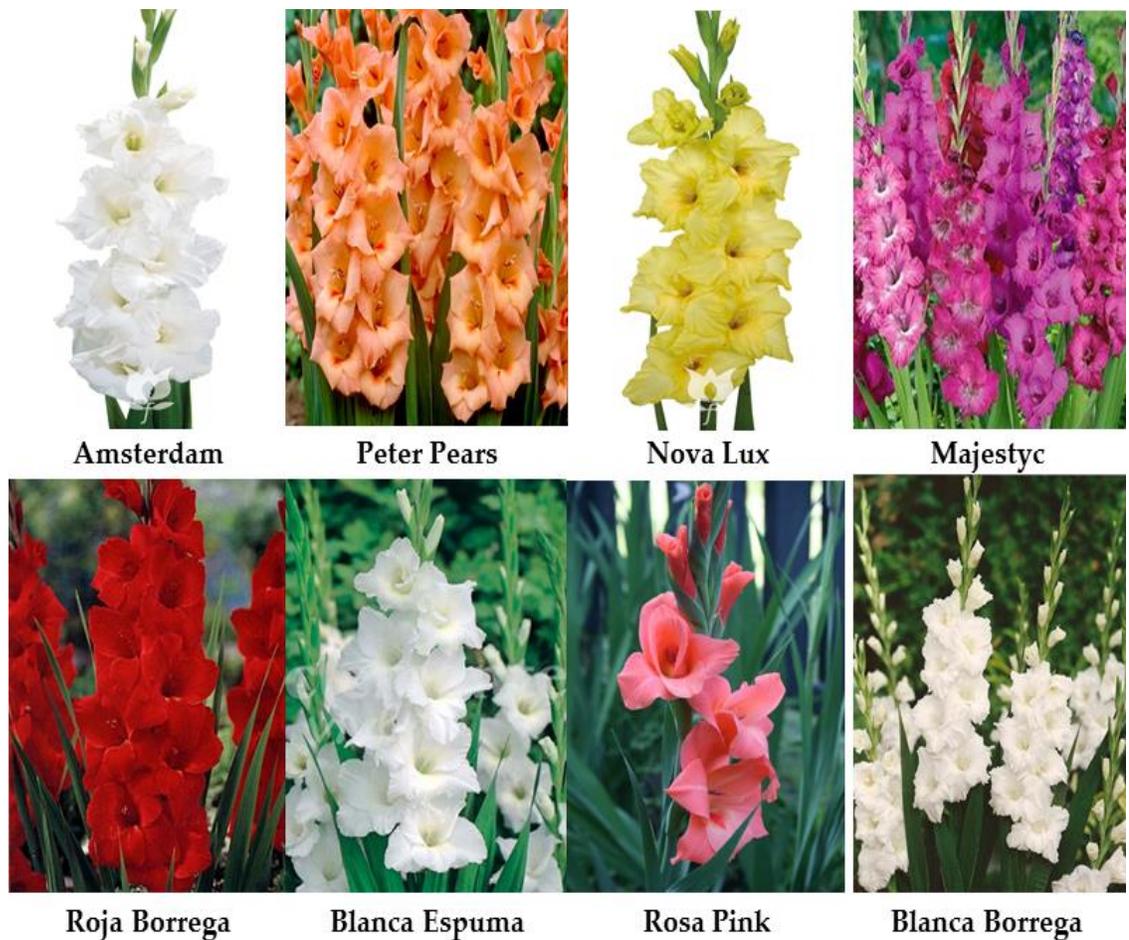
1. *Gladiolus cardinalis*.
2. *Gladiolus purpureo-auratus*.
3. *Gladiolus primulinus*.
4. *Gladiolus Saundersii*.
5. *Gladiolus psittacinus*
6. *Gladiolus tristis*.

Los cruzamientos entre estas especies, de origen sudafricano, dieron lugar a los híbridos de flores grandes y flores pequeñas.

A finales de la década de 1980 existían más de 3,000 variedades de gladiolos de las cuales se aprovechan aproximadamente 300 en la producción comercial.

Algunas variedades de gladiolo se pueden dividir en función de su precocidad, variando sus ciclos en función de las estaciones del año y de la temperatura media del cultivo (depende de los meses en caso de cultivos al aire libre o de las condiciones de cultivo en invernadero) (Reyes, 2018).

Las variedades de gladiolo con mayor aceptación en el país son 'Ámsterdam', 'Nova Lux', 'Peter Pears', 'Majestyc', 'Blanca Espuma', 'Rosa Pink', Roja Borrega y 'Blanca Borrega (Figura 7) (Romero, 2017).



**Figura 7.** Variedades de mayor aceptación

Son muchas las variedades que existen de gladiolo las que se diferencian en precocidad, requerimiento de luz y tonalidades. Además de considerar estos aspectos se debe efectuar una selección de cormos donde hay que tener en cuenta: estado sanitario, edad y pureza varietal (Vdocuments, 2020).

Estado sanitario: Es importante para obtener un buen resultado en el cultivo considerar el aspecto sanitario debiéndose desechar aquellos cormos que presenten heridas, tejidos dañados, con machas blandas, acuosas y que no estén desinfectados.

Edad: Una vez cumplido su ciclo productivo, el cormo comienza a declinar porque va perdiendo sus energías, por lo tanto, las plantas luego de llegar a un punto culminante donde producen flores de gran calidad, entran en un proceso de declinación cuyos síntomas son:

1. Menor rendimiento de cormos.
2. Cada vez se presentan más chatos y deprimidos en su parte central.
3. Declinación en la producción de cormillos.

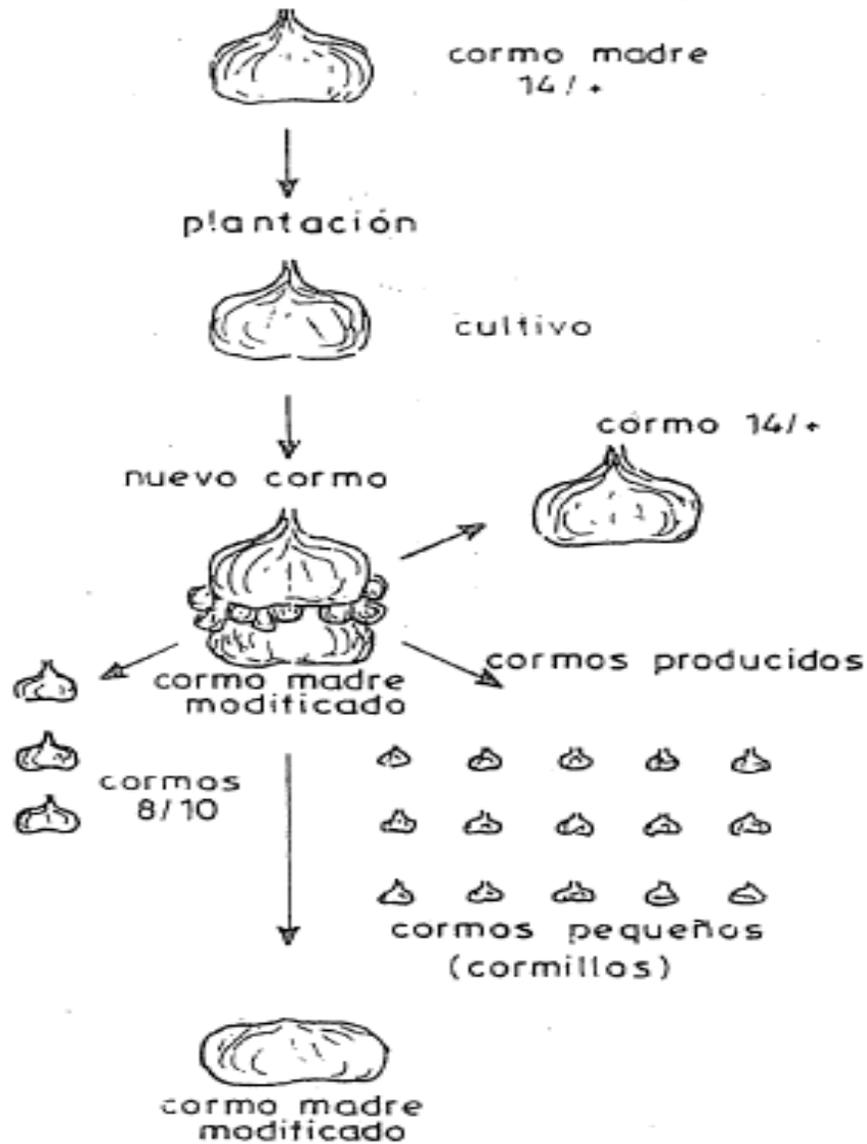
Pureza varietal: Este es un factor importante que se debe tener en cuenta y la garantía de que éstos pertenecen a una variedad determinada, ya que puede condicionar el éxito del cultivo (Vdocuments, 2020).

#### **4.6 Propagación**

El gladiolo se propaga por medio de cormos y cormillos (Figura 8). El cormo al ser plantado puede emitir de uno a tres tallos, dependiendo de su vigor; en la zona inferior del cormo se desarrollan una corona de raíces que nutrirán progresivamente a la planta según se vayan agotando las reservas.

El cormo puede durar uno o varios años renovándose, cuyos restos permanecen en la base de los nuevos cormos, la estructura está formada por varios nudos, de cuyas yemas axilares se forman las nuevas estructuras de reproducción o cormillos, estos se forman en la base del nuevo tallo, desarrollado partir de la yema vigorosa de un cormo, es decir, entre el tallo y el cormo madre (Romero, 2017).

Los cormillos se emplean para la renovación de material que se usará en futuras plantaciones. Son pequeños cormos de 2-3 cm de diámetro y crecen en la periferia del cormo. Un gran número de cormillos que no poseen un calibre comercial mínimo de 1 a 5 cm (denominación canica) no producen flor al siguiente año, por lo que con estos cormillos se puede iniciar un proceso de formación o crecimiento, el cual puede tardar entre dos y tres años, hasta que adquieran un calibre adecuado; a este método se le denomina comúnmente en la zona sur del Estado de México como semillero (Romero, 2017).



**Figura 8.** Multiplicación de un cormo después de un ciclo de cultivo

Fuente: Cuevas (2020)

Se distinguen dos procedimientos en la propagación; el primero se refiere a la producción comercial de las flores y el segundo a la reproducción de los cormillos hasta que estos logren un tamaño apto para producir flor comercial (Cuadro 3).

Para una plantación de flor de corte se recomienda que los cormos sean obtenidos de algunas empresas especializada en reproducción de cormos, ya que la pureza y sanidad de los cultivares son de suma importancia (Cuevas, 2005).

**Cuadro 3.** Tamaño de cormillos recomendable para propagación.

CALIBRE (tamaño)	TAMAÑO	
	CIRCUNFERENCIA (cm)	DIÁMETRO (cm)
6	4 a 6	1.3<1.9
7	2 a 4	0.6<1.3
8	<2	<0.8

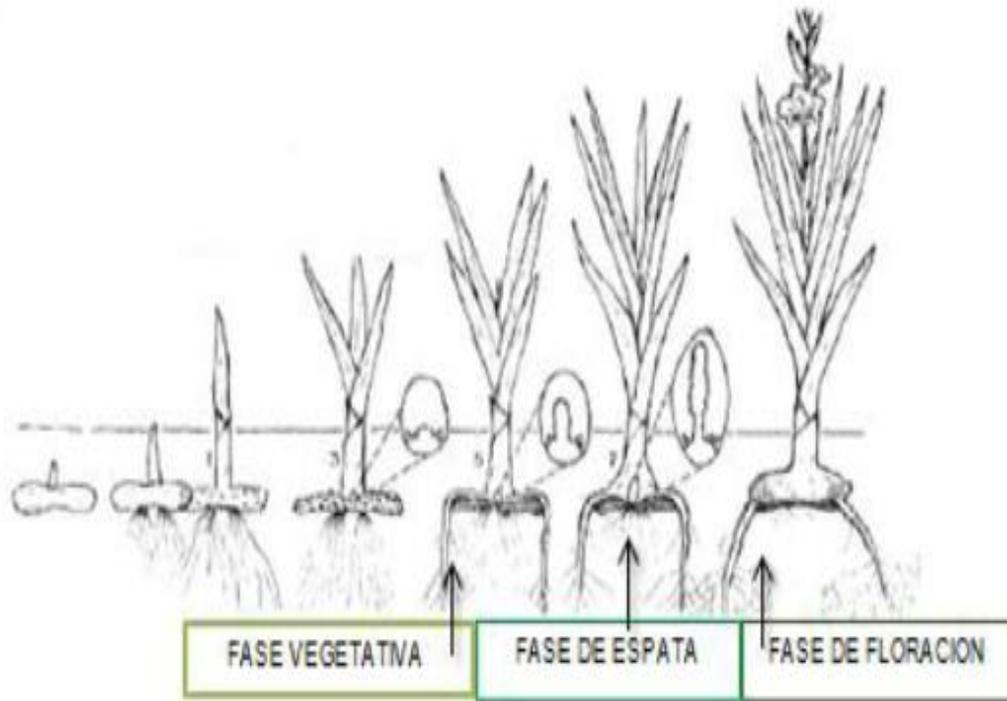
Fuete: Cuevas (2005)

#### 4.7 Ciclo del cultivo

El ciclo del cultivo depende de varios factores; como calibre del cormo, época de plantación en el año y zona geográfica, ejemplo: cormos de calibre grande en época y zonas cálidas presentan un menor ciclo de producción. También se reduce tiempo, con el uso de cormos que ya estuvieron almacenados por largo periodo, por ejemplo, aun siendo del mismo calibre y variedad, pero con 6 meses o más de almacenamiento llegarán a producción entre siete y diez días menos que cormos con tres meses de almacenamiento. La realización de las diferentes labores agronómicas, entre ellas la aplicación oportuna de nutrimentos, reduce notablemente el ciclo, con calidad en el tallo (Figura 9).

En el sur del Estado de México, los calibres medios de 10-12 cm tienen un ciclo promedio de 90 días, con fluctuación por los factores antes mencionados; de igual manera, la región cuenta con microclimas cálidos, en donde cultivar con calibres grandes reducen el ciclo a 65 días, y en zonas frías aumenta a 90 días. De forma

similar, cuando se plantan cormos de calibres más pequeños (4-6 cm) su ciclo aumenta a 85 y 120 días para climas cálidos y fríos respectivamente (Romero, 2017).



**Figura 9.** Etapa de formación de la flor del gladiolo

Fuente: Cristóbal (2011)

## 4.8 Condiciones del cultivo

### 4.8.1 Temperatura

Dentro de las necesidades de temperatura, la gladiola requiere de clima fresco, resistiendo muy bien las bajas temperaturas, durante el verano no tolera temperaturas muy altas.

Las noches frías y periodos largos de crecimientos son favorables para la producción de cormos muy grandes (Reyes, 2012).

La temperatura óptima para el desarrollo del gladiolo es de 25°C (el rango es de 10 y 25°C) temperaturas menores de 10°C detienen el crecimiento de la planta. Los gladiolos pueden resistir temperaturas mayores a de 25°C siempre que la humedad relativa sea alta y la del suelo óptima. La formación del tallo floral tiene lugar desde los 12°C hasta los 22°C. La temperatura ideal del suelo es de 10-12°C , las superiores a 30°C son perjudiciales para esta planta.

La inducción y la diferenciación floral se producen después de la plantación de los cormos, cuando aparece la tercera o cuarta hoja, es decir después de 4 a 8 semanas; esta duración varía en función de la temperatura y no de la luz.

La ruptura de la latencia es un fenómeno complejo; se realiza generalmente por el frío o por tratamiento químico, y en general, la nacencia es más rápida a bajas temperaturas (inferior a 10°C), por el contrario se detiene a partir de 20°C (Cuevas, 2005).

#### **4.8.2 Luz**

La gladiola florece cuando los días son mayores de 12 horas, se favorecen aún más con 13 horas luz (fotoperiodismo de día largo), y se dice que es una planta heliófita (amate del sol) por lo que requiere más luminosidad, de lo contrario existe una deficiencia en la calidad de flor. Cuando se produce cultivares de gladiola en épocas de poca iluminación, como en otoño e invierno, debe evitarse que el cultivo se establezca ceca de objetos que produzcan sombra, se debe evitar la siembra de altas densidades para que las plantas puedan aprovechar con facilidad la luz solar y utilizando cormos de mayos tamaño ya que cuentan con mayores reservas para soportar los cambios bruscos de temperatura.

La luz influye en la fotosíntesis; luego en los días de verano, en las que las horas luz son más, hay una mayor absorción de nutrientes por las plantas, que cuando las horas luz son menores (Reyes, 2012).

#### **4.8.3 Humedad**

La humedad ambiental deberá estar comprendida entre el 60 y 70 %. Humedades inferiores al 50 % provocan que el crecimiento sea más lento; un exceso de humedad produce alargamiento en la planta y se presentan pudriciones por enfermedades.

La baja humedad en el suelo reduce la floración. Las plantas son muy sensibles a los rocíos y lluvias. El periodo más crítico del gladiolo en cuanto a humedad es de la tercera a séptima hoja, es decir, durante el desarrollo de la espiga (Reyes, 2018).

#### **4.8.4 Suelo**

La mayor parte de los suelos son aptos para el cultivo de la gladiola, siempre y cuando estos cuenten con una buena estructura y un buen drenaje; una buena estructura implica un buen almacenamiento con un buen balance apropiado de agua en el suelo.

Cuando el cultivo se encuentre en suelos pesados, se puede añadir paja y materiales orgánicos según los requerimientos, esta práctica es recomendable para llevarla a cabo por lo menos un año previo a la plantación.

Algunos suelos no satisfactorios al cultivo para el gladiolo son:

- 1) Suelos deficientes de materia orgánica.
- 2) Suelos arcillosos o muy compactos.

- 3) Suelos arenosos y pobres con dificultad para retención de la humedad necesaria para el cultivo, aquellos en el que el pH es excesivamente alcalino.
- 4) Suelos infestados por enfermedades del gladiolo (Reyes, 2012).

## **4.9 Proceso de producción del gladiolo**

### **4.9.1 Preparación de cormos**

Es importante saber el origen o procedencia y las condiciones en que se adquirió el material vegetativo, para planear los tratamientos de frío y aclimatación requeridos.

Los cormos llevan un tratamiento previo de refrigeración (2-4°C) mínimo por tres meses, que permite la emergencia uniforme de brotes y tallos. El almacenaje a bajas temperaturas tiene por objeto romper el letargo de los cormos (sin brotes de raíz) y retrasar la brotación vegetativa en los ya estimulados.

Entre la etapa de almacenamiento a baja temperatura y la plantación, conviene que el cormo pase a un cuarto con una temperatura de 20 a 25 °C durante una o dos semanas; esto hará que comience el desarrollo de raíces de forma adecuada. Lo anterior permite un crecimiento uniforme en longitud, grosor de tallo y espiga floral (número de flores); así como un menor lapso de tiempo a cosecha (15-20 días). Lo contrario, con cormos no tratados la longitud y grosor del tallo y la espiga floral difieren bastante en su maduración, lo que provoca mayor tiempo en la cosecha (aproximadamente un mes más) (Gutiérrez, 2014).

#### 4.9.2 Selección de cormos

Esta labor determina la sanidad y pureza de las variedades. Durante la limpieza y almacenamiento se eliminan los cormos infectados por las enfermedades y durante la preparación de los cormos para la plantación, se remueven los cormos de diferente color, que pueden pertenecer a otra variedad, al mismo tiempo seleccionándolos por tamaños como se muestra en el Cuadro 4 (Cuevas, 2005), aunque no se hace referencia al daño por plagas insectiles.

**Cuadro 4.** Tamaño de cormos

Tamaño	Nombre	Diámetro (cm)
1	Jumbo	<5.0
2	Grande	3.0-5.0
3	Mediano	2.0-3.0
4	Chico	1.0-2.0
5	Cormillos	<1.0

Fuente: Cuevas (2005)

#### 4.9.3 Requerimientos edáficos

#### 4.9.4 Salinidad

Para el gladiolo un alto contenido de sales en el suelo, retrasa la emergencia de la inflorescencia y el crecimiento de raíces, ya que esta es muy sensible a este tipo de condiciones.

Cuando se utiliza suelos deficientes de sales, estos se pueden regular con la aplicación de fertilizantes y materia orgánica. Es recomendable tomar una muestra de suelo, seis semanas antes de plantar, con el objetivo de analizar y si es necesario inundar el suelo en el caso de alto contenido de sales (Reyes, 2012).

#### **4.9.5 pH del suelo**

Para una buena absorción de nutrientes, las plantas de gladiolas necesitan un pH que va desde 5.8 a 6.5, aunque algunas variedades llegan a tolerar sin problemas un pH ligeramente alcalino.

Se recomienda que para reducir el pH de un suelo alcalino debe usarse fertilizantes como sulfato de amonio y para el pH de suelos ácidos, nitrato de calcio.

El pH del suelo también es importante en la aparición y severidad de las enfermedades de las plantas ocasionadas por algunos patógenos que se encuentran en el suelo y los daños son más serios donde el pH favorece a un determinado microorganismo (Reyes, 2012).

#### **4.9.6 Elección del terreno**

Para elegir el suelo se debe ser observador y cuestionar sus usos anteriores, puesto que los productores en primera instancia buscan terrenos que no han sido cultivados por esta especie, generalmente se prefieren, aquellos que se observan descansados, inactivos por varios ciclos agrícolas o donde no se haya realizado la siembra o plantación de otros cultivos de la misma especie o de aquellas especies como clavel (*Dianthus caryophyllus* L.), papa (*Solanum tuberosum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum*), chile manzano (*Capsicum pubescens*), pepino (*Cucumis sativus* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.), que tienen fuerte incidencia de patógenos;

o bien que desde el cultivo de dichas especies por lo menos hayan transcurrido de 5 a 8 años. A estos terrenos los productores les llaman tierras nuevas, las cuales tienen la ventaja de menor incidencia de patógenos específicos del cultivo, sin embargo, su preparación es más complicada por su limpieza requerida (Gutiérrez, 2014).

#### **4.9.7 Preparación del terreno**

El terreno debe de estar nivelado lo mejor posible, para facilitar el manejo del agua de riego y evitar al máximo problemas de encharcamiento. Es necesario que el terreno esté bien trabajado o preparado, por lo menos 30 cm de profundidad, desterronado y mullido. Es necesario hacer la práctica de rastreo varias veces especialmente en terrenos pesados y húmedos.

En el caso de terrenos compactos, conviene agregar abonos verdes con estiércol o con arena; si por el contrario el suelo fuera demasiado arenoso, se le puede añadir arcilla o estiércol bien consumido, cuidando que la plantación se realice hasta que la materia orgánica este bien digerida. Es necesario la exposición del terreno en pleno sol y que la localidad este bien protegida de fuertes vientos donde se desee plantar el cultivo.

Cuando los suelos se encuentran infestados con agentes que puedan causar patologías en el cultivo, es conveniente realizar rotación de cultivos durante un periodo de tres a cuatro años por plagas y enfermedades. Por caso contrario, se sugiere tratar químicamente el suelo antes de usarlo o retirarlo de la producción de gladiola hasta por 10 años (Reyes, 2012).

El suelo debe estar húmedo antes de plantar por lo cual, al igual que en otras bulbosas, se debe dar un riego de pre plantación. Es preferible realizar el riego unos días antes de la plantación (de 8 a 14 días antes en suelos un poco arenosos

y de 18 a 20 días para suelos arcillosos) para permitir que el suelo tenga al menos un poco de humedad para el día en que esta labor se realice, con la finalidad de impedir el secado de las propias raíces de los cormos que notoriamente ya se encuentran brotadas. Después de la plantación se da un riego adicional. En tierras de temporal es recomendable esperar a que se tengan las primeras lluvias y que la humedad en profundidad sea acorde para garantizar el desarrollo óptimo del cultivo (Gutiérrez, 2014).

#### **4.9.8 Plantación**

Se realiza actualmente de dos maneras diferentes, en camas y en surcos, estas son las que comúnmente utilizan los productores (Reyes, 2012).

#### **4.9.9 Época de plantación**

La mejor época para el establecimiento de los cormos es a fin de invierno o principios de primavera. Las plantaciones establecidas en septiembre y octubre sufren por falta de luz y la floración es defectuosa.

En zonas con heladas en invierno, las plantaciones se realizan desde marzo a mayo. La fecha de plantación de los cormos depende del clima y del tipo de suelo. En las regiones cálidas se puede plantar en cualquier época del año, desde enero hasta mayo, en temprano, y de junio hasta agosto en tardío.

La plantación del cultivo debe de establecerse siempre y cuando las precipitaciones y humedad relativa, no sean excesivas, pues afecta al cultivo, generalmente por el ataque de enfermedades fungosas. El tiempo para programar la floración por fecha, varía según las condiciones climatológicas de la zona o región donde se desarrolla el cultivo (Cuevas, 2005).

#### **4.9.10 Desinfección de cormos**

Se refiere a la inmersión de los cormos pelados y seleccionados en una solución acuosa compuesta por insecticida-nematicida y fungicida, con el fin de prevenir, controlar o erradicar algunas plagas y enfermedades durante el desarrollo del cultivo. Se dejan reposar los cormos dentro de la solución por un lapso de 10 minutos y escurrir para retirar el exceso, se hace un día u horas antes de la plantación. No anticipar más esta actividad, puesto que se estimula el desarrollo de raíces que al momento de la plantación pudieran sufrir daño mecánico y por la herida que se provoca se inicia el ataque de hongos patógenos (Gutiérrez, 2014).

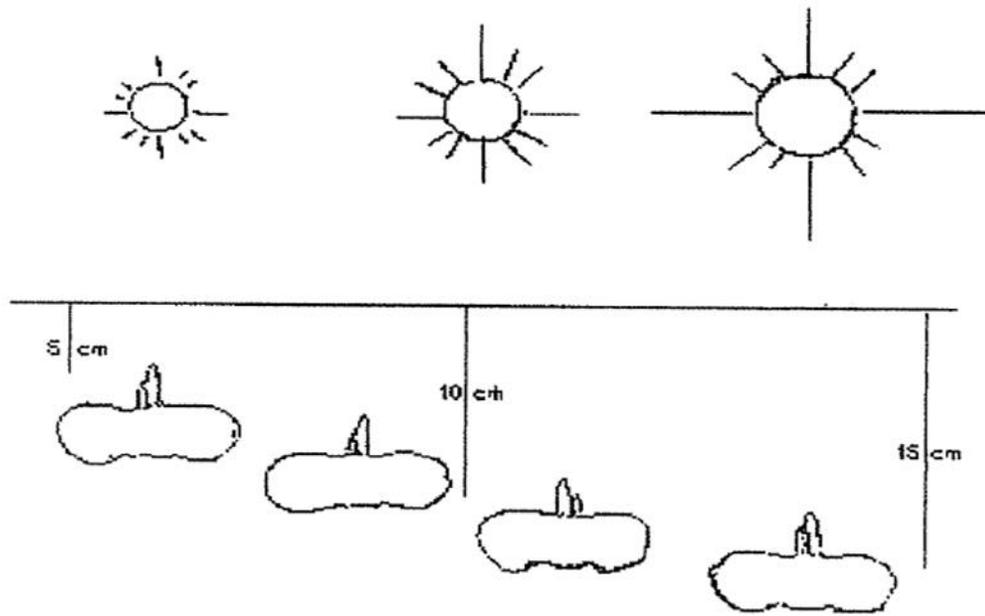
#### **4.9.11 Densidad y profundidad de plantación**

En México en las regiones de producción comercial, la densidad de plantación es aproximadamente de 300 000 cormos por hectárea, en hilera doble y de 120 000 a 150 000 cormos a hilera sencilla. Sin embargo, esto dependerá del tamaño de los cormos y del sistema de plantación (Cuevas, 2005). Dependiendo de la naturaleza del terreno se colocan los cormos a una distancia de 10 cm y una distancia entre surcos de 0.8 a 1.0 m.

En otras regiones, se recomienda que la plantación en campo se lleve a cabo cuando han pasado los riesgos de heladas, con un marco de 10 x 15 cm (entre 25 y 50 cormos/m<sup>2</sup>) con una densidad promedio de plantación de 375 000 cormos/ha).

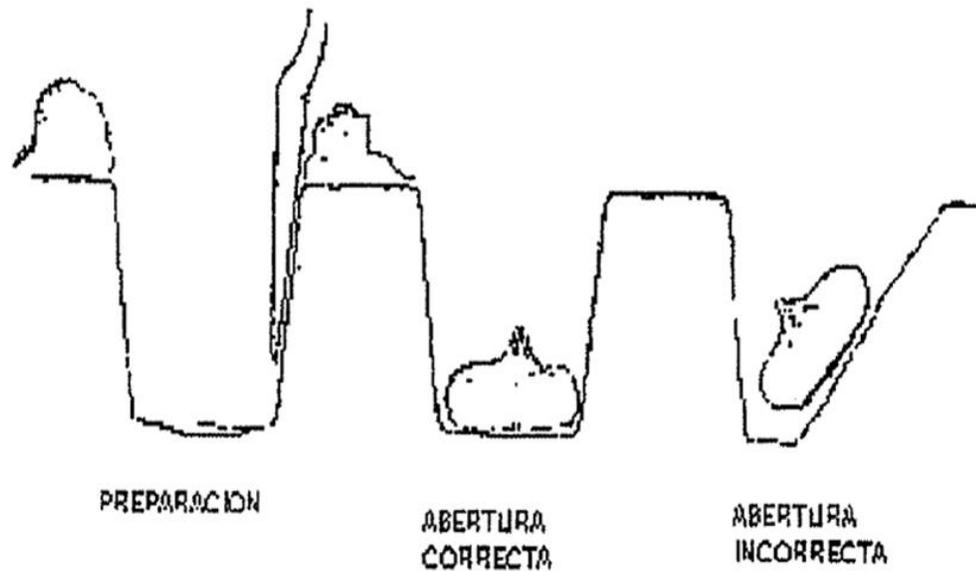
La densidad de plantación no afecta la longitud, diámetro de vara, número de flósculos/vara y vida de florero. Sin embargo, se indica que a mayor densidad de plantación existirá menor producción de cormillos por planta.

La profundidad de plantación depende del tipo de suelo, tamaño de los cormos y de la época de plantación (Figura 10 y 11). Generalmente en suelos ligeros se siembra más profundo que en los suelos pesados. Una regla dice que la profundidad de plantación debe ser igual a tres alturas del cormo. La profundidad y distancia de la plantación en la primavera es de 10 a 15 cm para evitar algunas enfermedades (Cuevas, 2005).



**Figura 10.** Profundidad de plantación

Fuente: Cuevas (2020)



**Figura 11.** Asentamiento del corno en la siembra

Fuente: Cuevas (2020)

#### **4.10 Labores culturales**

##### **4.10.1 Riego**

El gladiolo es un cultivo que requiere de humedad constante, sobretodo en sus etapas críticas, el intervalo de riego lo define la época del año y el tipo de suelo, estos deben efectuarse con intervalos de 7 a 10 días y puede aplicarse por aspersion o de forma rodada, aplicándose ya sea por la mañana o por la tarde. Cuando el cultivo se establece en suelos arcillosos es recomendable realizar riegos que no sean muy pesados para evitar cubrir el lomo del surco.

Las etapas más críticas del cultivo en donde la humedad debe ser eficaz son las siguientes:

1. Inmediatamente después de la plantación, para tener una emergencia de los brotes más rápida, como consecuencia del enraizamiento.

2. A partir de la formación de la tercera hoja con el objetivo de evitar abortos o malformaciones de la inflorescencia.
3. Durante la cosecha o recolección de la flor para evitar que las espigas pierdan turgencia y se doblen, por lo que esta la etapa crítica del cultivo se convierte en la más importante, además de favorecer el crecimiento del cormo.

Después de la floración se debe continuar regando las plantas, el motivo de esta secuencia es que existen cormos nuevos en el suelo, y para que sigan desarrollándose eficazmente debe haber humedad, y así obtener cormos nuevos con un buen tamaño (Reyes, 2012).

#### **4.10.2 Escardas**

Las escardas es una práctica que se realiza algunos días antes de cada riego, esta labor tiene como objetivo principal proporcionar a las plantas mejores condiciones para un buen desarrollo y crecimiento vegetativo y consecuentemente una buena floración, pues esto evita que la humedad se evapore desde las capas del suelo que rodean las raíces.

Este cultivo requiere de buena aireación en sus raíces, lo que hace necesario realizar una primera escarda cuando la planta tiene de 1 a 2 hojas verdaderas y continuar después de cada hoja producida, esto con el fin de incrementar la producción de O<sub>2</sub> en el suelo y eliminar malezas, que se generan competencia por agua y nutrientes, hacia las plantas. Aproximadamente se realizan de 6 a 8 escardas por ciclo de cultivo, ya sean hechas de manera manual o maquinaria (Reyes, 2012).

### **4.10.3 Tutoraje**

Esta práctica se realiza cuando la plantación se establece variedades que tienden a encorvarse, por lo que se recurre a colocar hilos a lo largo de los surcos, y así mantenerlas erguidas, descartando problemas específicos como espigas con curvaturas, para que en comercialización se pueda ofrecer un producto de mejor calidad (Reyes, 2012).

### **4.10.4 Fertilización**

Las condiciones del suelo, así como el tipo de suelo y las condiciones climáticas y el tipo de riego que se proporcione al cultivo de gladiola, hacen que la fertilización sea diferente tomando en cuenta estos factores. En suelos arenosos, es necesario proporcionar una fertilización más constante, especialmente en épocas de lluvia. En suelos pesados se requiere aplicar menos fertilizante en la producción de flores debido al gran almacenamiento de nutrientes orgánicos e inorgánicos que estos contiene (Reyes, 2012).

## **4.11 Cosecha**

### **4.11.1 Recolección de flores**

El proceso de la cosecha se inicia con el corte de la flor, se hace de forma manual por la mañana o por la tarde con ayuda de un cuchillo desinfectado. La cosecha de flores se inicia cuando la espiga presenta dos pares de botones florales mostrando color. Se dejan por lo menos de cuatro a cinco hojas en la planta, para que el cormo se desarrolle y sea mayor el rendimiento de los cormillos.

Las espigas se cortan en la etapa de “botón apretado” con dos o tres hojas en el tallo de uno a cinco botones florales mostrando color. Las espigas se agrupan en manojos y se mandan a la empacadora para su clasificación. Se transportan en

una posición vertical para evitar que los tallos se curven o se rompan, algunos floricultores ponen las espigas cortadas en agua o en preservativo floral y se transportan del campo a la empacadora en camiones refrigerados (Cuevas, 2005).

#### 4.11.2 Clasificación

Se seleccionan las mejores (Figura 12), tomando en cuenta:

1. Longitud (Cuadro 5)
2. Número de botones
3. Color
4. Libre de daños mecánicos
5. Tamaño de flor (Cuadro 6)
6. Libre de plagas y enfermedades Cuevas (2020).

**Cuadro 5.** Clasificación de la espiga de gladiola según la longitud del tallo floral

GRADO	LARGO DEL TALLO FLORAL		FLORECILLAS O BOTONES (#)
	(pulgadas)	(cm)	
Superior	>43	107.5	>18
Especial	38<43	95<107.5	16<17
Estándar	32<37	80<92.5	14<15
Corriente	28<31	70<77.5	12<13

Fuente: Cuevas (2005)

Cuadro 6. Clasificación de gladiola por el tamaño de la primera flor abierta sobre la espiga

NOMBRE	CODIGO	TAMAÑO	
		(pulgadas)	(cm)
Miniatura	100	<2.5	<6.3
Pequeña	200	2.5<3.5	6.3<8.8
Mediana	300	3.5<4.5	8.8<13.3
Grande	400	4.5<5.5	11.3<13.8
Gigante	500	>5.5	>13.8

Fuente: Cuevas (2005)



**Figura 12.** Clasificación de espigas florales

Fuente: Reyes (2018)

Normalmente los floristas prefieren los cultivares de grandes flores a los de flores pequeñas (tamaño 3 y por encima) ya que dan más contenido y valor aun ramo; por otro lado, quienes se hacen sus ramos, y compran ramilletes para su casa, prefieren flores de tamaño menor ya que están más en consonancia con el tamaño de sus habitaciones y no dominan un habiente reducido. En E.E.U.U. los floristas piden tallos hasta 2,0 metros de longitud, ya que los gladiolos se consideraban como flor funeraria; en consecuencia, perdieron valor. Para estimular la demanda, se produjeron cultivares menores. Es probable que cambien los gustos por esta

flor, especialmente bajo la presión de los consumidores y el conocimiento de otros tipos (Salinger, 1991).

Los floristas tienden a utilizar gladiolos de un color único, mejor que aquellos con una mancha en la garganta. El rosa es siempre popular, el blanco, o azul pálido son de menor demanda. Los rojos o amarillos fuertes son aceptables, mientras que parecen ser siempre populares los verde claro o crema vivo. Los floristas aceptan un número limitado de colores ahumados donde hay una difusión más que un distinto color presente; necesitan conocer la apariencia final de las flores (Salinger, 1991). En México, se prefieren los colores blanco y rojo.

Se han establecido otros criterios de selección que incluyen, al menos una espiga comercializable por cormos, hasta 15 flores por espiga y flores en dos filas paralelas encaradas a una dirección: buenas calidades de conservación y de brote de capullos, si se almacenan en frío durante unos pocos días; resistencia a las enfermedades del corno y del follaje, y la conservación de los pequeños cormos en el alzado (Salinger, 1991).

#### **4.11.3 Empaque**

Una vez cosechadas las varas florales y mantenidas en agua o un lugar fresco, deberán ser transportadas al lugar de selección y empaque que debe contar con mesas de selección con buena iluminación e idealmente con cámara de frío. Es importante considerar que en todo momento las varas debieran mantenerse en agua y en posición vertical para evitar su curvatura. La mejor forma es depositándolo en cubetas verticales de 20 l, bien apretadas para evitar las torceduras (Gutiérrez, 2013).

Cualquier sistema de clasificación de varas florales debe considerar mínimo tres supuestos básicos: que el producto sea fresco, esté libre de parásitos de origen

animal y vegetal, que al menos un botón floral muestre el color característico de la variedad (Gutiérrez, 2013).

El estado de desarrollo y condición de la vara debe ser tal que resista el transporte y manejo, y que asegure, estar en condiciones de llegar al mercado de destino en una condición satisfactoria. Además, la clasificación deberá considerar para cada categoría un largo mínimo de vara y un determinado número de flores.

Las varas florales se cosecharán con los botones florales cerrados cuando se vea el color de los pétalos de la primera flor, hasta que sobresalga 0.01 m. Es necesario el uso de una navaja bien afilada para poder introducirla entre las hojas y cortar hacia abajo. En ocasiones algunos siembran muy superficial y en lugar de cortar arrancan toda la planta, con este método se acelera mucho, pero es dudoso que compense el costo del cormo que irremediamente se pierde.

La época de recolección depende de varios factores como son clima, fecha de plantación y calibre de los cormos. El rendimiento será de una vara floral por cormo (Gutiérrez, 2013).

#### **4.12 Postcosecha**

Hecha la clasificación de las varas se procede a su empaque que tendrá diversas características según el mercado de destino. En el caso de varas destinadas a consumo local, es usual envolver los paquetes de flores en ramos de 12 varas en papel de envolver.

El envío a mayores distancias, sin embargo, hace necesario proteger las flores de daños, por lo que se ha generalizado el uso de cajas de cartón. Estos deben ser amarrados o elásticos y envueltos en papel de seda o papel emparafinado

(nuevo, limpio y sin impresión) o polietileno y ubicado en cajas con 280 unidades (dos atados de 12 ramos con 12 varas) (Gutiérrez, 2013).

El almacenaje de los ramos envueltos o embalados para su mejor conservación de postcosecha debe hacerse en cámara de frío a 2 – 6°C, con una humedad relativa de 70 a 80% y en ausencia de luz. El almacenaje de los ramos debe hacerse estrictamente en posición vertical para evitar torceduras de las varas. El producto podrá mantenerse por un máximo de 2 días en seco, aunque se recomienda mantener los ramos en agua pura o con conservantes de post cosecha (Gutiérrez, 2013).

#### **4.12.1 Cosecha de cormos**

Los tallos se deben de cortar a unos 3 o 4 cm del cormo. Se sacan bien todos los cormos y cormillos del suelo y se depositan dentro de canastos, y libres de suelo. Evitar colocar cormos dañados y con síntomas de enfermedades o presencia de plagas insectiles.

#### **Manejo del cormo después de cosechados**

**Lavado de cormo:** Después de recién cosechados se lavan, para esto se colocan en canastos y se ponen bajo un chorro de agua, con esto se limpian y se eliminan los trips.

**Secado de los cormos:** Después de lavados se dejan secar a la sombra debajo de un cobertizo, pero no deben sobrepasar el 25% en pérdida de su peso. Luego se limpia, esto quiere decir, se saca toda la parte vieja, se recorta el tallo, se separan los cormos de los cormillos. Después, se desinfectan con una solución fungicida.

#### 4.12.2 Calibre de los cormos

Se calibran, si son pocos se hace a mano con un plancha de plástico, que consiste en separarlos en diferentes diámetros (Cuevas, 2020).

Los cormos se clasifican por sus diferentes tamaños según la circunferencia de la base del cormo. Para su comercialización, los cormos se clasifican según su perímetro, y se denominan por el número que expresa esa circunferencia en centímetros. Por ejemplo, en la numeración seis a ocho se refiere a cormos que tienen entre seis y ocho centímetros de circunferencia en su base.

Los más utilizados en cultivos para flor cortada son los 10-12 ó 14-16, los superiores a estos tamaños se guardan para cultivos forzados pues cuanto mayor es el cormo tienen más probabilidades de producir y, además, adelantan la fecha de floración (Verdeguer, 1981).

Los calibres en perímetro más empleados para la obtención de plantas de gladiolo para flor cortada son:

- a. 14+, es decir, cormos de 14 cm de circunferencia o más.
- b. 12-14, cormos entre 12 y 14 cm.
- c. 10-12, cormos de 10 a 12 cm.
- d. 8-10, cormos de 8 a 10 cm.

Dentro de una misma variedad los cormos de mayor calibre brotan antes y dan lugar a plantas más vigorosas y de hojas más largas y anchas. Las varas procedentes de tales cormos florecen entre siete y doce días antes, según la variedad, son algo más largas y tienen mayor número de flores por espiga. Estas diferencias son menos perceptibles entre calibres contiguos, por ejemplo, entre el 14/ + y el 12/ 14. Los cormos de calibres mayores tienen un precio más alto y en

muchas ocasiones, la diferencia de precio entre unos y otros calibres no justifica el empleo de los de mayor calibre, por poca variación en el tamaño de las varas florales. De hecho, suele ocurrir que cormos de menor calibre den mejores floraciones que otros de calibre mayor. Esto ocurre con frecuencia en cormos de un calibre enorme 16/18 ó 18/+ formados después de varias reutilizaciones (Verdeguer, 1981).

Una vez clasificado se guardan en bandejas con fondo de rejilla para asegurar la aireación, guardándolos por variedad y cuidando de no poner más de dos capas de gladiolo por bandeja.

Luego, durante todo el periodo de almacenamiento o guarda se van revisando los cormos y eliminan los defectuosos o enfermos (Cuevas, 2020).

Respecto a los cormillo, después de clasificar, tienen que permanecer en cámara caliente durante dos meses a 24-32°C. Con este calor y este tiempo, se logra un curado perfecto, a la vez que se eliminan muchos insectos.

Transcurrido este plazo, se sacan y se colocan en agua durante dos días. Todo cormillo que flote se desecha. Durante esta permanencia en agua, las esporas de los hongos patógenos que puedan estar adheridos a éstos germinarán y podrán ser destruida por el tratamiento con agua caliente y fungicida. Se colocan en los cormillos en sacos de malla y se sumerge 30 minutos en agua a 53-55°C. Después de enjuagar con agua limpia, se sacan al aire y se almacenan en cámara fría a 2-4°C. El objetivo del tratamiento con frío es romper la latencia. Si se sembrasen inmediatamente, la mayoría no germinaría o lo harían de manera errática (Cuevas, 2020).

## **4.13 Plagas**

### **4.13.1 Trips del gladiolo (*Thrips simplex*)**

Es la plaga más seria y significativa. Los adultos son insectos negros de rápido movimiento y los estadíos inmaduros son de color claro, desde el crema al amarillo brillante. A temperaturas altas de 20°C o superiores, adquieren mucha mayor actividad y se encuentran entre las hojas y sobre la espiga floral. Pueden desarrollarse sobre los cormos en el almacén, especialmente si las condiciones son cálidas, alimentándose bajo las escamas sobre las capas exteriores del bulbo que se ponen rugosas. Si están presentes en el momento de la plantación, pueden causar daños severos a las espigas que se desarrollen (Salinger, 1991).

#### **Síntomas sobre el follaje**

Inicialmente el daño aparece como un típico plateado y rayas sobre las hojas; esto se debe a que los trips chupan los contenidos celulares; el aire reemplaza sus contenidos y refleja la luz. Subsiguientemente, en cuanto las células mueren, las zonas atacadas se vuelven marrón-pálidas (Salinger, 1991).

#### **Espigas florales**

Al ser atacadas mientras se desarrollan en las hojas, la espiga floral se reduce en longitud y se hace rechoncha más que afilada en su ápice. Los bordes de las flores se doblan hacia el interior, pierden color y secan dando la apariencia de ser chamuscadas por el viento; tales flores son invendibles (Salinger, 1991).

#### **Control**

La mayor parte de los insecticidas sistémicos controlaran estas plagas, así como productos de contacto tales como endosulfán. Los cormos deben remojararse o espolvorearse con un insecticida. Además, las tiras amarillas o azules

impregnadas con insecticida y colgadas en el almacén de cormos controlaran estos thrips así como los áfidos; las tiras deben renovarse en cada ciclo, aunque el plástico en si este aun presente. Otras plagas que pueden dañar a las plantas y cormos son los ácaros como la araña roja, orugas ondulantes y saltadores de la enredadera de la pasión (Salinger, 1991).

### **Importancia de trips en Gladiolo y descripción**

Los trips son insectos de muy pequeño tamaño, oscilando entre 0,3 y 14 mm de longitud. Tienen el cuerpo alargado, cilíndrico y de coloración variable entre el negro y el amarillo pálido, pasando por las distintas tonalidades del castaño. Los adultos pueden ser alados o ápteros. Las cuatro alas son alargadas, estrechas con largas sedas o cilios en los bordes, que aumentan su superficie cuando se encuentran en vuelo. En reposo se pliegan sobre el dorso del tórax y el abdomen. La cabeza muestra una clara asimetría de sus partes bucales, estando únicamente la mandíbula izquierda desarrollada y acabada en un cono. El aparato bucal es de tipo picador succionador, con importantes adaptaciones según el tipo de alimentación, pues hay especies fitófagas, carnívoras, ectoparásitas y micófagas (Crespi, 1986; Mound *et al.*, 1976).

Los adultos poseen las uñas de los tarsos muy poco desarrolladas y están transformadas en unos escleritos que forman una estructura a modo de ventosa denominada arolio que puede dilatarse hidrostáticamente, de forma que el insecto puede caminar sobre cualquier tipo de superficie. Las antenas están formadas por 6 a 9 artejos con órganos sensoriales diferenciados (Moritz *et al.*, 2004).

Los trips pasan por seis estadios hasta su estado adulto. Estos seis estadios son:

- 1) Huevo.
- 2) Primer estadio larvario.
- 3) Segundo estadio larvario.
- 4) Proninfa.
- 5) Ninfa.
- 6) Adulto

El estadio de huevo transcurre en la planta y también los dos estadios larvarios y en estado adulto, estos dos últimos son los dos estadios que causan numerosos daños en las plantas, ya que se alimentan de ellas. En estado de proninfa y ninfa se desarrolla fuera de la planta, en el suelo o cerca de él, en estado de pupa, se dan ocasiones que se desarrollen en la planta. En estadio larvario y adulto es cuando se producen los daños en las plantaciones. Se alimentan de ellas extrayendo el jugo celular y sobre las hojas, flores y frutos alimentándose de la capa externa celular, ocasionándoles necrosis y termina por morir la planta. Los trips succionan las células de las capas superficiales y cuando estas quedan vacías se llenan de aire, dando el aspecto gris plateado con algunas puntuaciones negras (excrementos del trips) (Cristóbal, 2011).



**Figura 13.** *Thrips simplex*

Fuente: OzTHRIPS (2020)



**Figura 14.** *Thrips* del orden Tubulifera

Fuente: CSIRO (2009)

### **Descripción**

Los trips del gladiolo causan deformidades y decoloración de flores de gladiolo y cormos (bulbos) suaves y propenso a la descomposición; las heridas son puntos de entrada de agentes infecciosos.

Los adultos emergen de color blanco, pero pronto se vuelven marrones y comienzan la alimentación. La hembra (Figura 13 y 14) mide aproximadamente 1.65 mm largo y un poco más grande que el macho. Las antenas son marrón

oscuro excepto por el tercer segmento, que es liviano marrón (Figura 4). Las alas tienen una ligera banda transversal cerca de la base (Mound, 2011).

El huevo mide aproximadamente 0.3 mm de largo, es blanco opaco, liso y en forma de frijol. Las dos etapas larvianas son de color amarillo claro y generalmente encontrado debajo de las hojas o brácteas. La larva completamente desarrollada tiene aproximadamente el tamaño del adulto. El primero etapa pupal se distingue de la segunda etapa pupal por tener antenas de proyección hacia adelante y almohadillas de ala cortas. La segunda etapa de pupa, que es un período de reposo, tiene las antenas dobladas en la parte posterior (Mound, 2011).

Los trips se alimentan y se reproducen principalmente en la flor del gladiolo, tallos y cormos.

La mayoría de los trips son dependientes de las plantas, de una u otra forma. Sin embargo, más del 50% de las especies de trips viven sobre plantas muertas, alimentándose de hongos. Otras especies de trips son depredadoras de ácaros o de otros artrópodos de pequeño tamaño habitantes de las flores o las hojas (Crespi, 1986).

Los trips se asocian con insectos que viven en las plantas debido a que en muchas ocasiones se les encuentra en gran número en las flores, sin embargo, hay muy escasa información detallada y precisa sobre las especies de flores que usan los trips para reproducirse. Algunas especies de trips que viven en las flores son polinizadores importantes de su planta hospedera, pero en otros casos la presencia de los trips puede ser circunstancial (Mound, 2011).

Muchas especies de trips son plagas de cultivos comerciales debido a los daños causados por la alimentación y oviposición de los insectos en las flores, brotes terminales, hojas y/o frutos. Pueden causar deformidades y decoloración

reduciendo el valor de la cosecha. Además, algunas especies son vectores de virus vegetales del grupo de la familia de los Tospovirus (Bunyaviridae). Se conocen más de 20 virus transmitidos por trips que afectan a distintos tipos de plantas. Estos virus son considerados entre los más dañinos de los patógenos emergentes vegetales. Entre éstos destaca el virus del bronceado de tomate (TSWV) transmitido por *Frankliniella occidentalis*, una especie de trips invasora que ahora está presente en prácticamente todo el mundo y que causa importantes daños económicos (Wijkamp *et al.*, 1995). A la fecha se desconoce la existencia de plantas que expresen poco o nula preferencia del trips.

#### **4.13.2 Gallina ciega (*Phyllophaga* spp.)**

Las hembras de *Phyllophaga* colocan de 10 a 20 huevos en el suelo a una profundidad de cinco a 15 cm (Figura 15). Las larvas aparecen después de 12 a 14 días a temperaturas promedio de 26°C, y se alimentan de materia orgánica y pelos radicales. En un período de 21 a 32 semanas las larvas pasan por tres instares y en el tercero aparecen como adultos entre junio y octubre, en especies con un ciclo vital de un año (Reyes, 2018).

Para el cultivo del gladiolo, es común adquirir tierras en las que no se ha plantado nunca esta especie o por lo menos en seis años, suele pasar que se usen suelos donde se encuentran ya muy desarrollados los pastizales o altos residuos de materia orgánica en descomposición, lo que alberga gran cantidad de larvas de gallina ciega, siendo necesario planear diferentes métodos de control que reduzcan su población, ya que es la etapa en que más daño le hace a los cultivos. Su presencia se nota, al realizar un recorrido en el campo y observar o encontrar plantas con un lento desarrollo, ya que la larva ataca el sistema radicular limitando su nutrición; además en casos extremos se apreciará un color amarillo

y finalmente la marchitez de la planta cuando la larva ha comido todas las raíces e inclusive el tallo.

Para el control de ésta plaga se recomienda aplicar insecticidas al suelo, así como el uso de entomopatógenos como *Metarhizium anisopliae*. Al elevar el pH, mediante la adición de enmiendas agrícolas, como cal hidratada, carbonato de calcio y/o cal dolomita, se reduce la acidez provocada por la descomposición de residuos orgánicos que, como fuente de alimento a sus larvas, atraen a los adultos a ovipositar; es muy visto que en suelos ricos en materia orgánica se encuentren grandes cantidades de gallina ciega (Reyes, 2018).



**Figura 15.** Larvas de gallina ciega

Fuente: Reyes (2018).

#### **4.13.3 Hormigas**

El ataque de hormigas es por especies de los géneros *Atta* o *Acromyrmex* que mastican hojas. Sus daños se ven reflejados al inicio del cultivo al trozar por completo las primeras hojas verdaderas del gladiolo o pequeñas partes de ellas que momentáneamente provocan que las plantas detengan su crecimiento o se tenga un menor desarrollo. Para su control es factible la aplicación de un insecticida en polvo como Dragón Foley 2% (Paratión metílico) a razón de 25 kg·ha<sup>-1</sup>.

Una alternativa de control es el uso de Glacoxan E (Clorpirifos 10,5%. Cipermetrina 1%), dentro de las bocas de hormigueros, alrededor de las mismas y sobre un tramo de los caminos, con la ayuda de una regadera, o espolvorear alrededor de las entradas, tramos de caminos (Figura 16) (Reyes, 2018).



**Figura 16.** Gladiola espolvoreada con insecticida y riego rodado

Fuente: Gutiérrez (2014)

#### **4.13.4 Roedores**

Son problema las Tuzas, ratas y ardillas, tanto en almacén como en campo. Se alimentan del centro de los cormos, pero el control de roedores no es tan justificable en campo pues son mínimas las cantidades del cultivo que se dañan. Destruyen a la planta en su totalidad observándose puntos o manchones en la plantación, o bien un raleo de plantas. Su presencia fue observada con mayor incidencia en cultivares cercanos a bosques y/o pastizales en donde fue notorio el daño por roedores (Figura 17) (Reyes, 2018).



**Figura 17.** Daños por tuzas, más raleo en algunas partes

Fuente: Reyes (2018)

#### **4.14 Enfermedades Fungosas**

##### **4.14.1 *Fusarium oxysporum***

Es una enfermedad muy frecuente y grave en el cultivo del gladiolo. Los síntomas se manifiestan en todos los órganos de la planta: sobre las hojas produce un amarillamiento, se reduce el número de flores (Figura 18). Sobre los cormos se origina una podredumbre seca de la base o del corazón e incluso la momificación al final del almacenamiento. Es normal que en el arranque no se encuentre el cormo, que se habrá podrido dejando muy poco o ningún rastro (Gutiérrez, 2013).

Las medidas de control incluyen la inmersión de los bulbos en fungicidas y la fumigación del suelo, rotación de cultivos durante cinco años o más, secado rápido de los cormos, selección y limpieza para la flor cortada, encalado de los suelos, uso de fertilizantes a base de nitratos, tratamientos preventivos con plocloz, tratamientos con productos presentados como polvos para espolvoreo de Tiram, Procimidone, etc. (Cuevas, 2005). También se recomienda el

tratamiento con agua caliente de los cormillos, así como tratamientos curativos que consisten en dejarlos durante treinta minutos en agua caliente a 55°C.



**Figura 18.** Pudrición y momificación de cormos de gladiolo causado por *Fusarium* spp. Fuente: Reyes (2018)

#### 4.14.2 *Botrytis gladiolorum*

El tizón por botritis puede dañar tanto a las hojas como a las flores (Figura 19). Se desarrolla en climas fríos y húmedos y se hace evidente como pequeños puntos cafés o grises en un lado de las hojas. Los síntomas en la flor son áreas blandas grandes o pequeñas en los pétalos que pueden desarrollarse hasta convertirse en un moho gris (Cuevas, 2005).

Se trata de una enfermedad que afecta sobre todo al final de la vegetación; es una enfermedad muy frecuente y grave, en especial cuando la humedad relativa es elevada y constante.

Este patógeno se controla con aspersión de Maneb y Benomil, en el caso del cultivo para la producción de flor cortada se aplica Vinclozolina 50%, a una dosis de 0.10-0.15% y la inmersión de los cormos después de la cosecha (Cuevas, 2005).



**Figura 19.** Daños causados por *Botrytis gladiolorum* en cormo y hoja

Fuente: Reyes (2018)

#### **4.14.3 *Rhizoctonia solani***

Este patógeno ocasiona la pudrición de la base del tallo y de los cormos, el agente causal es un hongo común del suelo que ataca leguminosas y solanáceas. Aparecen manchas acuosas en la base de las hojas, que se vuelven de color café y mueren, los cormos se cubren con un micelio. Una alternativa de control es remover y quemar los cormos enfermos (Reyes, 2018).

#### **4.14.4 *Curvularia trifolii***

La mancha por curvularia se caracteriza por atacar las hojas jóvenes (Figura 20) durante el clima húmedo y cálido y puede desarrollarse en las flores. Es particularmente destructiva en los bulbos jóvenes, donde destruye a la planta al nivel del suelo. Su control se realiza con aspersiones a base de maneb y clorotalonil (Cuevas, 2005).



**Figura 20.** Daños en hojas de gladiolo causado por el hongo *Curvularia*

Fuente: Reyes (2018)

#### ***4.14.5 Uromyces transversalis***

La roya transversal, se trata de una enfermedad bastante frecuente en primavera y en otoño. La presencia de la enfermedad se determina al revisar las hojas y tallos de la planta (Figura 21). Los primeros síntomas son manchas pequeñas amarillentas (pústulas) en forma transversal a las nervaduras que posteriormente rompen la pared de la hoja formando protuberancias de 0.01 m de ancho por 0.0001 m de largo, llenas de polvillo amarillo-naranja, las manchas llegan a unirse formando manchas más grandes. Conforme avanza el daño las lesiones se tornan de color café oscuro a negro y corresponden a la fase invernante. Para su control químico, se recomienda aplicar a partir del primer síntoma. Aunque aplicaciones preventivas desde la primera hoja son satisfactorias (Gutiérrez, 2013). Para no generar resistencia al patógeno, se deben de alternar sitios de acción diferentes entre productos sistémicos o curativos con los de contacto



**Figura 21.** Daños en hoja causado por *Uromyces*

Fuente: Reyes (2018)

#### **4.14.6 *Penicillium gladioli***

La infección ocurre en la base del cormo nuevo y en la superficie del cormo viejo, causando lesiones de color café oscuro a negro en los tejidos superficiales (Figura 22). La pudrición puede avanzar desde la superficie hasta la parte central del cormo o corazón, y como consecuencia hay destrucción y marchitez del meristemo apical. En campo puede causar el 15% de pérdida por la pudrición del cormo, este se va secando gradualmente, produce costras de color café y las plantas se marchitan.

La podredumbre causada por el hongo ataca cormos dañados y heridos en almacenamiento. La pudrición aparece firme, con puntos hundidos de color café rojizo, irregulares en tamaño y forma, algunas veces de textura ligeramente áspera con arrugas concéntricas. A bajas temperaturas, crece sobre las lesiones un abundante moho azul verdoso. Numerosos esclerocios pueden ser encontrados en el tejido podrido del cormo (Reyes, 2018).



**Figura 22.** Daños en cormos ocasionados por *Penicillium*

Fuente: (Hernández-Moreno *et al.*, 2017)

#### 4.15 Control de plagas y enfermedades

En cualquier sistema agrícola varias operaciones son dirigidas netamente al control de plagas y enfermedades. La preparación del terreno y las labores de cultivo en el ciclo de las plantas cultivables tienen con objetivo principal el combate de plagas y enfermedades.

Existen varios métodos para el control o para reducir la infestación a un determinado nivel, entre estos:

1. Métodos preventivos, que incluyen los procedimientos de cuarentena para prevenir la entrada de una maleza exótica en el país o en un territorio particular.
2. Métodos físicos: arranque natural, escarda con azadón, corte con machete u otra herramienta y labores de cultivo.
3. Métodos culturales: rotación de cultivos, preparación del terreno, uso de variedades competitivas, distancia de siembra o plantación, cultivos intercalados o policultivo etc.
4. Control químico: a través de pesticidas
5. Control biológico: mediante el uso de enemigos naturales y específicos (Reyes, 2018).

#### 4.16 Irradiación de cultivos

Las resistencias de las plantas a los insectos se pueden clasificar de diferentes formas, que pueden ser a través de sustancias (bioquímica) y las de tipo morfológico (estructuras anatómicas y fisiológicas). Las resistencias genéticas se pueden heredar por un gen o por diversos genes; las plantas contienen diversas sustancias químicas que de alguna forma hacen que se resistan al ser atacadas por los insectos, por ejemplo: el gossipol que repele al escarabajo descortezador (*Scolytus multistriatus*) de olmo, sin embargo, no repele al *S. quadrispinosus*. Por otra parte, algunos estudios indican que el gossipol del cultivo del algodón atrae al insecto llamado picudo del algodón. En trabajos de fitomejoramiento sobre la planta del algodón, al ser eliminado el gossipol, dichas plantas se tornaron más susceptibles al gusano bellotero *Heliothis* ssp (López, 1995).

Dentro de esta resistencia podemos clasificar a las plantas como:

1. Inmunes: esta planta no puede ser hospedera de ningún insecto, es inmune en absoluto.
2. Resistencia elevada: permite tener un daño bajo causados por un insecto en específico en un conjunto de condiciones dadas.
3. Resistencia baja: determinan que un cultivo sufra menos daño por un insecto que el promedio de su especie.
4. Susceptibilidad: aquel que resulta más seriamente dañado.

Por su función (López, 1995) podemos encontrar que las plantas pueden tener:

1. Evasión del huésped: el cultivo madura más rápido o pasa por su etapa de susceptibilidad más pronto.

2. Inducida: algún cambio en la cantidad de agua, de la fertilidad respecto a la planta que puede ejercer resistencia.

Debido a que muchos insectos atacan a los cultivos útiles al hombre ya sea defoliándolos, consumiendo sus frutos, ocasionando daños a los tallos y raíces, en muchas ocasiones se pueden modificar las características de la planta para hacerlas más resistentes. Para modificar características de alguna planta se puede hacer a través de agentes mutagénicos físicos y químicos con el fin de generar nuevas variantes para el mercado (Castillo-Martínez *et al.*, 2015), como el uso del etil metanosulfonato (EMS) en arroz.

La resistencia inducida ha surgido como una alternativa potencial o una estrategia complementaria para la protección de cultivos (Kogel y Langen 2005). Las radiaciones ionizantes se pueden utilizar para mejorar la producción de alimentos, tanto agrícolas como pecuarios. Además, también pueden utilizarse para conservar los alimentos, ya que su irradiación permite eliminar microorganismos patógenos, inhibir el crecimiento de brotes en tubérculos o retrasar la maduración en frutas (Cuadro 7) (González, 2004).

Una de las características de las radiaciones ionizantes, conocidas desde hace muchos años, es su capacidad para producir mutaciones (alteraciones en el ADN). Al inducir mutaciones en las semillas con irradiación, lo que se pretende es producir cambios genéticos que resulten beneficiosos para el cultivo de las plantas, como por ejemplo una mayor resistencia a alguna enfermedad específica, mejor adaptación a ciertas condiciones ambientales, o un mayor rendimiento en las cosechas (Foro Nuclear, 2018).

**Cuadro 7.** Aplicaciones de la energía nuclear en el sector agrícola.

Usos	Logros
Control de plagas	Gracias a la irradiación gamma de cobalto-60 y mediante un programa conjunto México-Estados Unidos, se logró eliminar a la mosca del Mediterráneo, produciendo 500 millones de moscas estériles por semana. Esta aplicación representa una alternativa para combatir otras plagas como la mosca mexicana de la fruta.
Conservación de alimentos mediante la irradiación	Esta técnica se aplica exitosamente en 36 países, en más de 50 productos alimenticios, contribuyendo así a reducir la pérdida pos cosecha, que alcanza hasta 30 por ciento de la producción agrícola mundial. Además, prolonga la vida de anaquel y reduce las enfermedades por consumo de alimentos contaminados.
Mejoramiento genético de plantas	La irradiación ha permitido obtener más de mil 300 nuevas variedades de cultivos como cereales (559), leguminosas (136), cultivos industriales (67), ornamentales (397) y frutas y hortalizas (80).
Fertilidad de suelos, irrigación y producción de cultivos	El uso de isótopos radiactivos permite detectar, medir y rastrear los nutrientes suministrados a las plantas, determinar la disponibilidad de humedad y estudiar procesos fisiológicos.

Fuente: González (2004).

Se debe tener en cuenta que no es posible controlar que todas las mutaciones inducidas por la radiación conlleven una mejora en la planta expuesta. Esto hace que los experimentos en que se inducen mutaciones en semillas sean muy largos.

Miles de semillas han de ser irradiadas (con rayos gamma o neutrones), posteriormente se plantan y una vez que crecen se observa cuáles muestran las características deseadas (Foro Nuclear, 2018).

Actualmente, las mejores variedades de cebada que se cultivan en Europa, el trigo cultivado en Italia y el arroz cultivado en California, se han obtenido mediante esta técnica.

Existen más de 1,500 variedades mejoradas de cultivos, de las cuales el 90% se han conseguido gracias a la radiación ionizante (Foro Nuclear, 2018). Entre los éxitos que han reportado mayores beneficios económicos, se puede citar un mutante de algodón que se consiguió en 1983 y se cultiva en Pakistán, y ha logrado que se duplique la producción de las cosechas. Existe también un mutante de arroz conseguido en China, en 1985, que madura en sólo veinticinco días y tiene mayor cantidad de proteína que las variedades tradicionales. Se ha producido también una nueva variedad del sorgo, planta que ha mejorado mucho, ya que mediante esta técnica se ha conseguido que sea resistente a las plagas. En Europa sólo se emplean cebada, maíz y trigo modificados mediante esta técnica (Foro Nuclear, 2018).

Existen numerosas aplicaciones del uso de estas radiaciones en el ámbito agropecuario. Algunas de ellas se dirigen al control de plagas, otras se relacionan con la mejora de especies y finalmente, existe un importante grupo destinado a los tratamientos poscosecha (Muñoz, 2016). Para el control de plagas, se irradian pupas de machos de la mosca de la fruta a dosis lo suficientemente altas para producir esterilidad, pero, lo suficientemente bajas para asegurar que las moscas continúen siendo competitivas con sus similares no irradiadas. El uso de esta tecnología ha permitido disminuir exitosamente la presencia de las poblaciones de estas moscas. Estas mismas experiencias se buscan replicar para otros insectos.

A nivel internacional, se trabaja en otros grupos de insectos e, incluso actualmente, en investigaciones relacionadas con el control del mosquito *Aedes aegypti*, propagador de los virus del Zika, Dengue y Chicunguña (Muñoz, 2016).

Sin embargo, Lee y Lee (2001), mencionan que, mediante la inducción de mutaciones con radiación gamma o agentes químicos, por ejemplo: tratamientos con (EMS) en anteras de arroz (*Oryza sativa*) produjeron hasta 20.7 % de mutantes. En *Vicia faba* se comparó la eficiencia entre agentes mutagénicos físicos y químicos, donde EMS generó una mejor tasa de mutación comparada con la radiación gamma, debidos a los mayores efectos en la generación irradiada (Kumari, 1996).

También se cuenta con la mutagénesis *in vitro* que es una técnica que puede inducir tolerancia al estrés, mejorar el rendimiento y calidad de las plantas de cultivo, usando diferentes sustancias para generar mutaciones.

Las técnicas de mutación se han aplicado ampliamente para mejorar el rendimiento del cultivo, la calidad y la resistencia a plagas y enfermedades (Tester y Langridge, 2010; Veronese *et al.*, 2001).

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Localización del área de estudio



**Figura 23.** Ubicación de la Facultad de Ciencias Agrícolas

Fuente: Google Earth (2020).

El experimento se desarrolló en la parcela #13 y en el invernadero #3 de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México, del Campus Universitario el Cerrillo, Toluca Estado de México, que se localiza entre los 19° 14' de latitud norte y 92° 42' de longitud oeste; a una altitud de 2,611 msnm (Figura 23). El clima predominante en esta región es del tipo templado húmedo con lluvias en verano y poca oscilación térmica. El tipo de suelo característico en el área donde se estableció el experimento es de tipo vertisol pélico de origen volcánico. Se utilizó el cultivar de gladiolo denominado Roja y Blanca Borrega.

## 5.2 Establecimiento del ensayo

El diseño experimental fue completamente al azar, con cinco repeticiones por cada clon seleccionado, en cada tratamiento se evaluó la cantidad de trips capturados y los daños ocasionados en la planta (Figura 24).

A partir de cormillos obtenidos de las plantas seleccionadas del ensayo previo de irradiación en diferentes dosis (Gy) (Piña, 2019), se obtuvo y se sembró en sustrato esterilizado contenido en macetas de plástico pequeñas del número 6.

La siembra se realizó el día 26 de abril de 2019 que equivalió al día 0, después de la siembra (DDS=0). La primera colocación de trampas se inició a 35 días después de la siembra. En la variedad blanca y roja borrega, se sembraron 10 tratamientos (cada cultivar es indicada como dosis de irradiación de 10 a 100 Gy), cada uno con 5 repeticiones y un testigo proveniente de plantas sin irradiar, en las plantas de cada dosis se colocó tres trampas para realizar el conteo de trips.



**Figura 24.** Establecimiento del experimento y colocación de trampas

## 5.3 Muestreo

El monitoreo se realizó cada ocho días, durante la mañana, con una duración de 4 horas como mínimo; posteriormente se retiraron del sitio para su conteo (Figura 25).



**Figura 25.** Muestreo en campo

En periodos de cada ocho días se evaluó la densidad de población de trips a través del conteo de los insectos capturados en un plato de plástico (Figura 26) de color amarillo e impregnado con aceite de origen vegetal, sujetos con hilo y aun soporte de alambre, enterrado al suelo.



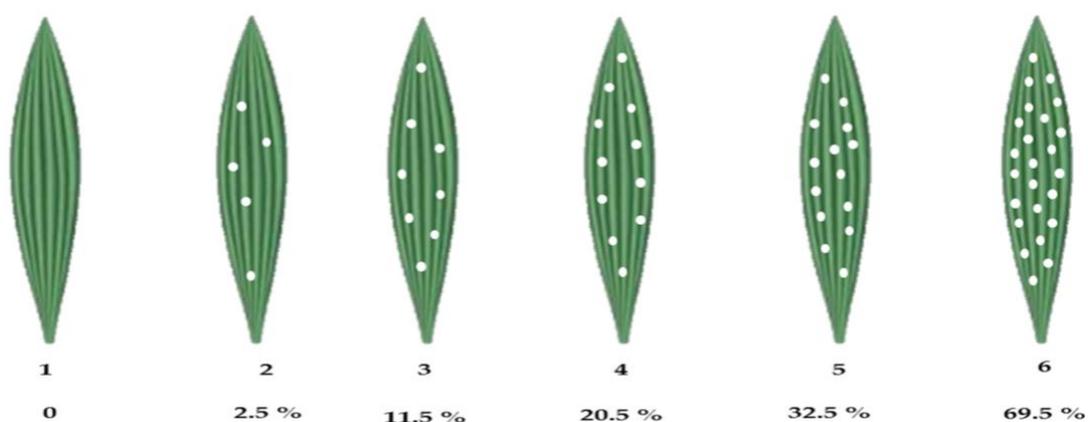
**Figura 26.** Captura y conteo de trips

También se realizaron deshierbes manuales, además de dos riegos por inundación (Figura 27).



**Figura 27.** Riego por inundación

El muestreo de daños ocasionados en la planta por Trips se inició a 61 días después de la siembra, ya que la mayoría de las plantas de los cultivares derivados de la variedad blanca borrega tenían sus primeras hojas, al igual que el muestro de trips, se realizó cada ocho días, ésto con la ayuda de una escala visual (Figura 28 y 29).



**Figura 28.** Escala diagramática arbitraria del daño o severidad, compuesta de 6 clases y expresada en porcentajes



Figura 29. Daño de trips en hojas de la planta de gladiolo.

El experimento concluyo a 146 días después de la siembra.

#### 5.4 Variables a evaluar

1. Número total de la población de trips en plantas por cada dosis
2. Área bajo la curva de la cantidad de trips por cultivar a través del tiempo
3. Daño de trips en cada planta a través de una escala arbitraria de severidad de daño.
4. La determinación del nivel de resistencia a trips en los cultivares de gladiolo se realizó en base a la escala sugerida por Njau et al. (2017), que se compone de 6 niveles de resistencia en base al daño medio ( $\bar{x}$ ) y la desviación estándar (sd) determinada en los datos evaluados, que son:

Nivel de resistencia	Valor por considerar
Altamente resistente	Igual o menor a $\bar{x} + 2sd$
Resistente	Entre $\bar{x} - 1sd$ y $\bar{x} - 2sd$
Moderadamente resistente	Entre $\bar{x}$ y $\bar{x}$ daño -1sd
Moderadamente susceptible	Entre $\bar{x}$ y $\bar{x} + 1sd$
Susceptible	Entre $\bar{x}$ y $\bar{x} + 2sd$
Altamente susceptible	Mayor a $\bar{x} + 2sd$

### 5.5 Análisis de datos

Los valores obtenidos en cada repetición del muestreo se usaron para calcular el área bajo la curva de progreso del insecto (ABCP) por unidad experimental a través del programa R empleando la librería Agricolae. El resultado obtenido del área bajo la curva, la densidad del insecto y el daño ocasionado por cultivar en cada fecha de muestreo se sometió a un análisis de varianza (ANOVA) para determinar la posible diferencia significativa entre los tratamientos

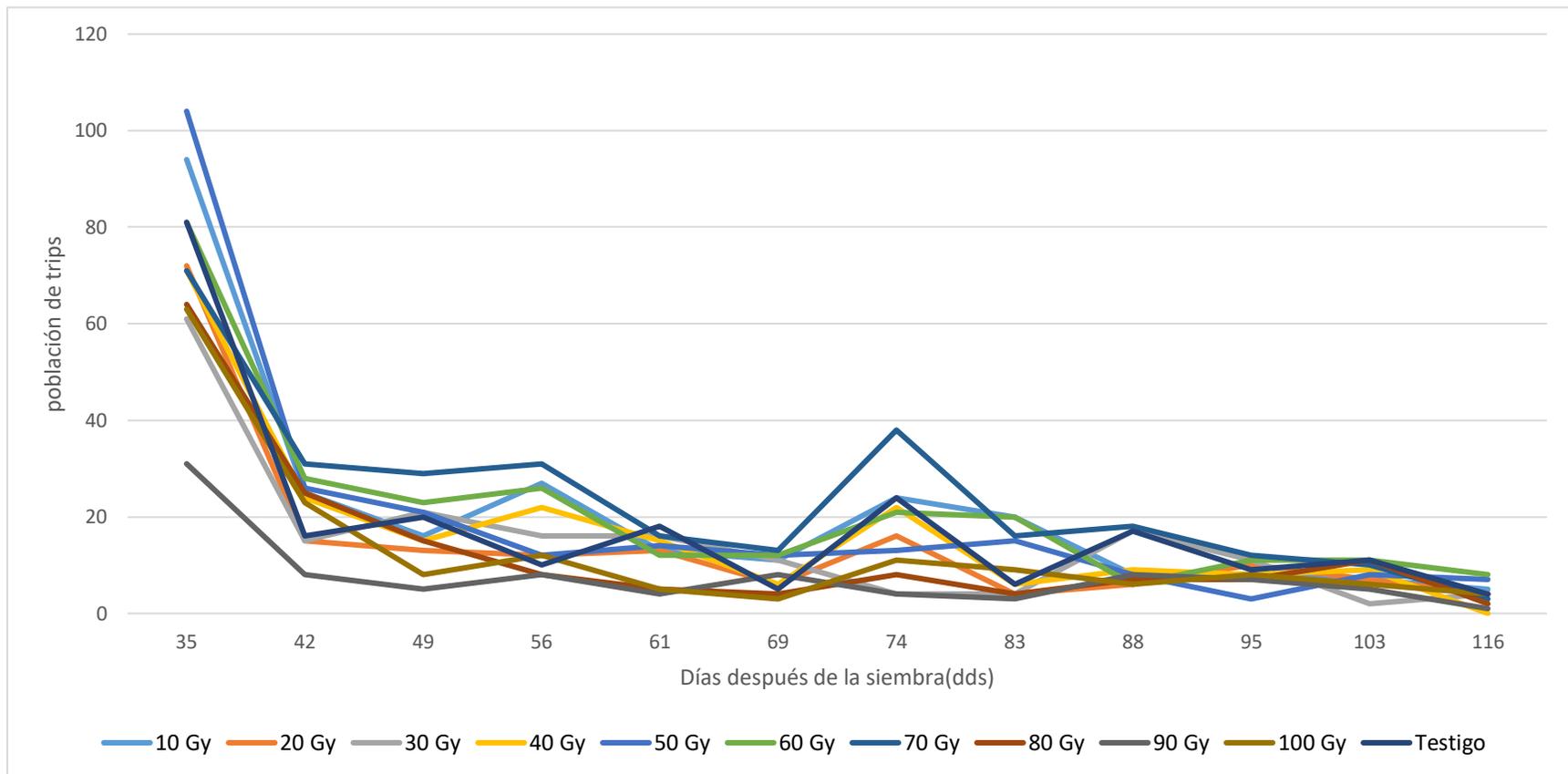
Para los análisis por fecha de muestreo y del ABCP donde se detectó diferencia estadística, se procedió al análisis de separación de medias con la prueba de Tukey  $\leq 0.05\%$ . Todos los análisis se realizaron con el programa SAS System ver. 9.2 Cary, N. C. USA

## VI. RESULTADOS

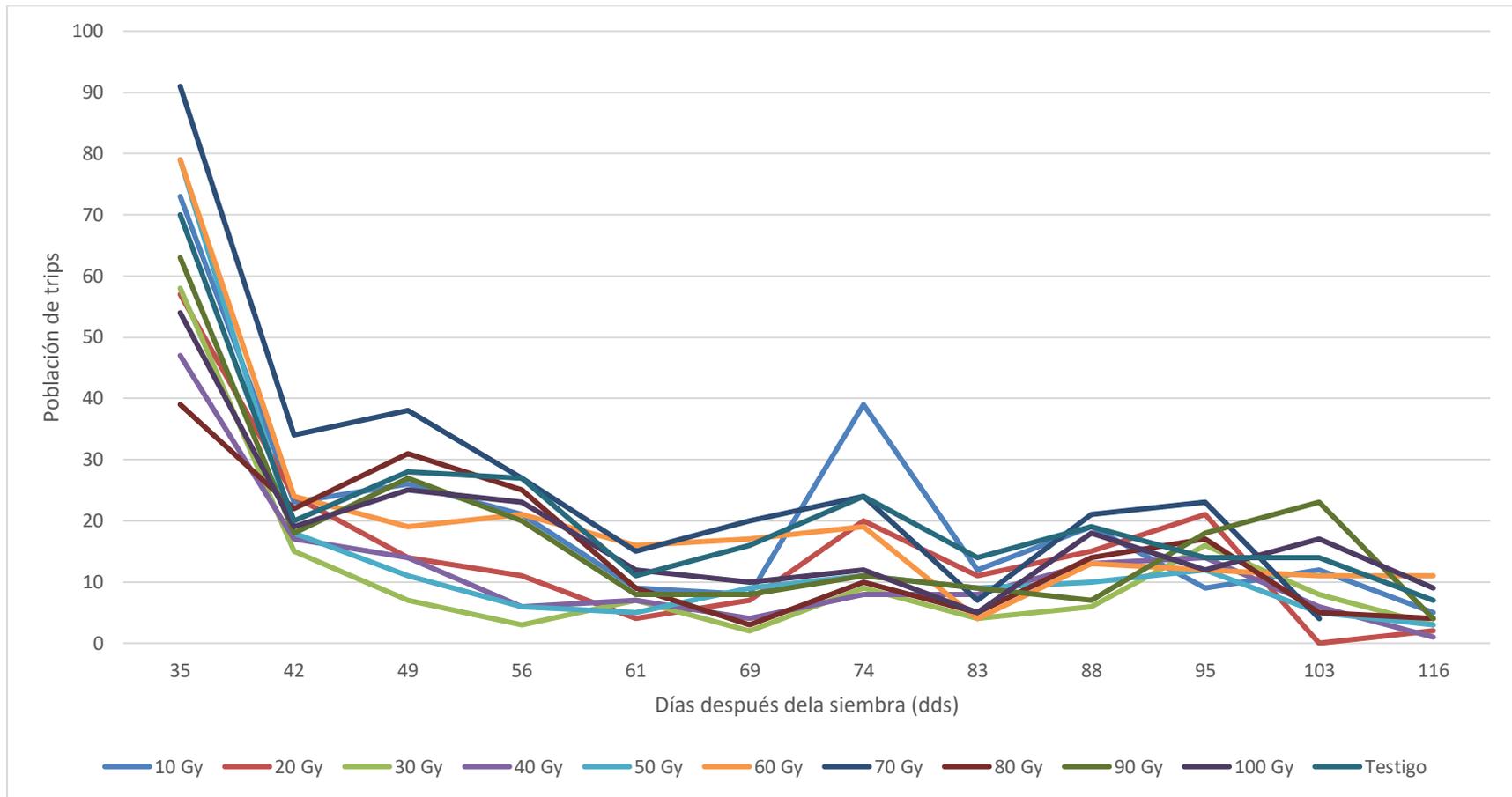
La presencia de trips durante todo el desarrollo del ensayo fue indicio de la prevalencia de la plaga en el área de estudio, fluctuando desde su mayor presencia al momento de la siembra ( $dds=0$ ), pero manteniéndose en un promedio de 15 ejemplares por trampa durante todo el ciclo hasta el 30 de julio, en fechas posteriores la población desciende a un promedio de 5 trips por trampa, hasta el final del ciclo.

Se observó que existió alta preferencia de trips en las plantas de la variedad sin irradiar con respecto a las plantas de las cultivares derivados de las diferentes dosis de irradiación (90 Gy en blanca borrega y 30 Gy en roja borrega). Es posible que alguna característica fisiológica y/o morfológica se exprese en las plantas originadas a partir de las diferentes dosis de irradiación que expresen la no preferencia por los trips (Grafica 1 y 2).

**Gráfica 1.** Fluctuación de la población de Trips en los diferentes cultivares seleccionados de la variedad blanca borrega (indicada de la dosis (Gy) de la que deriva), a través del tiempo.



**Gráfica 2.** Fluctuación de la población de Trips en los cultivares de la variedad roja borrega indicada de la dosis (Gy) de la que deriva), a través del tiempo.



El análisis de varianza para el área bajo la curva indicó alta diferencia significativa para el factor dosis (cultivares de gladiolo) entre las poblaciones de trips presentes en las plantas (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** Análisis de varianza para el área bajo la curva de población de trips por cultivares seleccionados en las diferentes dosis

Área Bajo la Curva Blanca Borrega	
F.V	Cuadrado de la media
Dosis (cultivares)	64000.00**
Bloque	15669.81 n.s.
Error	8185.01
Media	488.00
C. V	18.53

\*\*altamente significativo., \*significativo., ns: no significativo

La separación de medias mostró que el menor valor del área bajo la curva de progreso de la población de trips se presentó en las plantas obtenidas con la dosis de 90 Gy seguida de las plantas obtenidas en las dosis de 80, 100, 20 y 30 Gy. La mayor curva se presentó en 70 Gy seguida de la dosis 60 Gy (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Separación de medias del área bajo la curva de incidencia de trips a través del tiempo capturadas en plantas de gladiolo en los cultivares seleccionados del tratamiento a diferentes dosis de irradiación.

Cultivar (Dosis (Gy))	Área Bajo de Curva
Testigo	510.67 abc *
10	620.00 abc
20	417.33 bcd
30	422.67 bcd
40	513.33 abc
50	548.00 abc
60	632.00 ab
70	745.33 a
80	360.00 cd
90	238.67 d
100	360.00 cd

\*Valores con la misma letra en la columna indican igualdad en términos estadísticos (Tukey  $\alpha$  0.05).

El análisis de varianza realizado para la cantidad de trips capturados en las trampas colocadas dentro de las plantas de los cultivares seleccionados de la variedad blanca borrega obtenidas en cada dosis de irradiación indicó la existencia de diferencia altamente significativa a los 35, 49, 74 y 131 días después de la siembra. En las restantes fechas de evaluación, la densidad de población de trips careció de diferencia significativa entre las plantas de los cultivares evaluados.

En el día 35, las dosis 10 y 50 Gy hospedaron la mayor cantidad de trips mientras que la dosis 90 Gy presentó la menor cantidad de trips. Las restantes dosis presentaron un comportamiento estadísticamente similar entre ellas y con respecto al testigo.

A los 49 dds se observó que las plantas de la dosis de 70 Gy presentaron la mayor cantidad de trips mientras que la dosis 90 Gy hospedó la menor cantidad, es decir, hubo menor preferencia por trips, similar a lo expresado en el día 35. Las restantes dosis fueron estadísticamente similares entre ellas.

Para el día 74, las plantas de las dosis a 70, 10 y 0 Gy (testigo) presentaron la mayor cantidad de trips capturados. La menor cantidad se expresó en las con las dosis de 30 y 90 Gy. Por otro lado, a los 131 dds las plantas de las dosis a 10, 40 y 60 Gy expresaron la mayor población mientras que la menor fue 30, 80, 90 y 100 Gy. A esta edad, la dosis a 70 Gy, dejó de hospedar una mayor cantidad de insectos. En las restantes fechas de muestreo se careció de diferencias significativas entre los trips capturados en las plantas de los cultivares seleccionado producto de la irradiación a diferentes dosis (Cuadro 10 y 11).

**Cuadro 10.** Resultados del análisis de varianza de la densidad de trips por días de muestreo en plantas obtenidas de los diferentes cultivares de la variedad blanca borrega.

	Días después de la Siembra (DDS)															
	35	42	49	56	61	69	74	83	88	95	103	116	124	131	138	146
Cultivar (Dosis)	120.63*	16.09 <sup>ns</sup>	15.69 <sup>ns</sup>	22.93 <sup>ns</sup>	9.05*	4.40 <sup>ns</sup>	35.05*	15.00*	7.73 <sup>ns</sup>	2.09 <sup>ns</sup>	2.76 <sup>ns</sup>	1.85 <sup>ns</sup>	3.89 <sup>ns</sup>	3.98*	1.42 <sup>ns</sup>	3.29 <sup>ns</sup>
Bloque	8.57	2.03	19.90	5.84	2.75	21.21	18.93	8.75	1.30	3.39	0.36	0.09	4.93	1.90	0.81	1.93
Error	43.07	12.86	7.24	14.64	2.89	3.77	11.67	4.22	4.86	7.32	2.76	1.19	3.60	0.94	1.25	2.77
Media	24.03	7.15	5.63	5.57	4.06	2.75	5.60	3.24	3.33	2.84	2.63	1.27	0.69	1.27	1.81	2.15
C.V	27.31	50.15	47.74	68.64	41.87	70.49	60.94	63.38	66.20	95.02	63.05	85.74	272.45	76.27	61.52	77.39

\*\*altamente significativo., \*significativo., ns: no significativo

**Cuadro 11.** Separación de medias para la variable densidad de trips capturados en las diferentes fechas de muestreo en plantas de cultivares de gladiolo seleccionado de la variedad blanca borrega tratadas a diferentes dosis de irradiación.

Dosis (Gy)	Días Después de la Siembra (DDS)															
	35	42	49	56	61	69	74	83	88	95	103	116	124	131	138	145
Testigo	27.00ab	5.33 <sup>a</sup>	6.66ab	3.33a	6.00a	1.66a	8.00ab	2.00a	5.66a	3.00a	3.66a	1.33a	0.66a	1.33ab	1.00a	1.33a
10	31.33a	8.33 <sup>a</sup>	5.33ab	9.00a	4.33 <sup>a</sup>	3.66a	8.00ab	6.66a	2.66a	2.66a	2.33a	1.66a	0.00a	4.00a	2.00a	2.33a
20	24.00ab	5.00a	4.33ab	4.00a	4.33 <sup>a</sup>	2.00a	5.33ab	1.33a	2.00a	3.33a	2.33a	1.33a	0.66a	1.00b	1.00a	4.33a
30	20.33ab	5.00a	7.00ab	5.33a	5.33 <sup>a</sup>	3.66a	1.33b	1.33a	5.66a	3.66a	0.66a	1.33a	0.33a	0.00b	1.00a	2.00a
40	23.66ab	8.00a	5.00ab	7.33a	6.00a	2.00a	7.33ab	2.00a	3.00a	2.66a	3.00a	0.00a	0.33a	2.00ab	2.33a	2.66a
50	34.66a	8.66a	7.00ab	4.00a	4.66 <sup>a</sup>	4.00a	4.33ab	5.00a	2.66a	1.00a	2.66a	2.33a	0.33a	0.66b	2.00a	3.66a
60	27.00ab	9.33a	7.66ab	8.66a	4.00a	4.00a	7.00ab	6.66a	2.00a	3.66a	3.66a	2.66a	0.33a	2.33ab	3.00a	1.00a
70	23.66ab	10.33a	9.66a	10.33a	5.33 <sup>a</sup>	4.33a	12.66a	5.33a	6.00a	4.00a	3.33a	1.00a	4.00a	1.33ab	2.66a	2.00a
80	21.33ab	8.33a	5.00ab	2.66a	1.66 <sup>a</sup>	1.33a	2.66ab	1.33a	2.33a	2.33a	3.66a	0.66a	0.00a	0.33b	1.33a	1.33a
90	10.33b	2.66a	1.66b	2.66a	1.33 <sup>a</sup>	2.66a	1.33b	1.00a	2.66a	2.33a	1.66a	0.33a	1.00a	0.66b	2.00a	1.33a
100	21.00ab	7.66a	2.66ab	4.00a	1.66 <sup>a</sup>	1.00a	3.66ab	3.00a	2.00a	2.66a	2.00a	1.33a	0.00a	0.33b	1.66a	1.66a

\*Valores con la misma letra en la columna indican igualdad en términos estadísticos (Tukey  $\alpha$  0.05).

Respecto a los daños causados en la planta, se determinó que a los días 74, 88, 95, 103 y 116 dds existió diferencia significativa entre los daños observados de las plantas provenientes de las diferentes dosis de acuerdo al análisis de varianza.

En la fecha 74 dds, se determinó que el mayor daño causado por trips, se expresó en las plantas crecidas en las dosis de 20 y 30 Gy. En las demás dosis no se observaron daños. En la fecha de 88 dds, todas las plantas expresaron daños, siendo las dosis de 10, 40 y 0 Gy las que expresaron el mayor daño por efecto de la alimentación de trips, mientras que en las plantas de las dosis a 90 Gy expreso el menor daño, que coincide con la menor cantidad de trips capturados en estas plantas. Efecto estadístico similar se observó en las fechas 95 y 103.

A los 116 dds se observó que las plantas de las dosis a 60 y 90 Gy tuvieron el menor daño mientras que en las plantas en las dosis a 10 y 0 Gy presentaron el mayor daño ocasionado por trips (Cuadro 12).

**Cuadro 12.** Separación de medias por fechas de muestreo para la variable daños ocasionada en las plantas provenientes de los diferentes cultivares seleccionados de la irradiación en la variedad blanca borrega.

Dosis	Días después de la siembra							
	61	69	74	83	88	95	103	116
Testigo	0a	0a	0a	0a	11.1a	11.1a	10.25a	10.25a
D10	0a	0a	0a	0a	9.8ab	9.8ab	11.6ab	12.1ab
D20	0a	0a	0.5a	0.5a	1.5ab	1.5ab	1.25ab	2.5bcd
D30	0a	0a	0.83a	0.83a	1.25ab	1.25ab	1.25b	4bc
D40	0a	0a	0a	0a	4.25ab	4.25ab	9.16ab	11.08ab
D50	0a	0a	0a	0a	0.83ab	0.83ab	6.83b	0d
D60	0a	0a	0a	0a	0.83ab	0.83ab	0.83b	1.66cd
D70	0a	0a	0a	0a	2.75ab	2.75ab	3.16b	6.58bc
D80	0a	0a	0a	0a	0.83ab	0.83b	2.08b	2.08bcd
D90	0a	0a	0a	0a	0.41b	0.41b	0.41b	1.66cd
D100	0a	0a	0a	0a	0.83ab	0.83ab	7.25ab	21.5a

\*Valores con la misma letra en la columna indican igualdad en términos estadísticos (Tukey  $\alpha$  0.05).

En el caso de las plantas provenientes de los cultivares seleccionados de la variedad rojas borrega también hubo presencia de trips durante todo el ciclo de desarrollo, observando que durante los primeros días después de la siembra se obtuvo un mayor número de trips por trampa, mientras que en el resto del ciclo el número se mantuvo por debajo de 5 ejemplares.

Sin embargo, a pesar de que en algunas fechas se obtuvo un mayor número de trips por trampa, en el análisis estadístico no hubo diferencia significativa durante las diferentes fechas de muestreo en todo el ciclo (Cuadro 13 y 14).

A pesar de que los cultivares provienen de una selección previa, es pertinente mencionar que la mayoría de estas plantas no germinaron, y en las pocas que germinaron no fue evidente el daño del insecto.

**Cuadro 13.** Resultados del análisis de varianza para la variable densidad de población de trips en plantas de gladiolo variedad roja borrega en las diferentes fechas de muestreo.

Factor	Días Después de la Siembra															
	35	42	49	56	61	69	74	83	88	95	103	116	124	131	138	145
Dosis (Cultivar)	79.75 <sup>ns</sup>	8.87 <sup>ns</sup>	30.18 <sup>ns</sup>	27.13 <sup>*</sup>	4.88 <sup>ns</sup>	11.62 <sup>*</sup>	29.76 <sup>ns</sup>	3.80 <sup>ns</sup>	8.23 <sup>ns</sup>	5.93 <sup>ns</sup>	14.75 <sup>*</sup>	3.05 <sup>ns</sup>	1.53 <sup>ns</sup>	0.61 <sup>*</sup>	1.87 <sup>ns</sup>	1.40 <sup>ns</sup>
Bloque	73.48	1.72	10.18	23.39	12.93	8.21	4.03	0.48	79.48	46.45	4.72	2.93	0.57	0.57	2.75	4.48
Error	43.08	8.82	15.41	8.39	6.13	4.67	17.86	1.71	8.58	13.22	5.09	1.87	0.67	1.70	1.49	1.15
Media	21.51	7.09	7.27	5.75	3.12	3.15	5.69	2.66	4.69	5.09	3.18	1.60	0.75	1.12	1.42	1.57
C. V	30.50	41.89	53.98	50.32	79.38	68.63	74.18	49.15	62.38	71.42	70.93	85.20	108.50	116.59	85.73	68.09

\*\*altamente significativo., \*significativo., ns: no significativo

**Cuadro 14.** Separación de medias para la variable densidad de población de trips en plantas obtenidas con diferentes dosis de irradiación, en el cultivar roja borrega, en las diferentes fechas de muestreo.

Dosis (Gy)	Días después de la siembra															
	35	42	49	56	61	69	74	83	88	95	103	116	124	131	138	145
Testigo	24.33 <sup>a*</sup>	7.66 <sup>a</sup>	8.66 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	3.00 <sup>a</sup>	2.66 <sup>a</sup>	13.00 <sup>a</sup>	4.00 <sup>a</sup>	6.33 <sup>a</sup>	3.00 <sup>a</sup>	4.00 <sup>ab</sup>	1.66 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>	1.66 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>
10	19.00 <sup>a</sup>	8.00 <sup>a</sup>	4.66 <sup>a</sup>	3.66 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>	2.33 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	3.66 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>ab</sup>	0.66 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>	0.66 <sup>a</sup>	2.33 <sup>a</sup>
20	19.33 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	2.33 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>	2.33 <sup>a</sup>	6.66 <sup>a</sup>	3.00 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>	2.00 <sup>a</sup>	5.33 <sup>a</sup>	2.66 <sup>ab</sup>	1.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.66 <sup>a</sup>	2.33 <sup>a</sup>	3.00 <sup>a</sup>
30	15.66 <sup>a</sup>	5.66 <sup>a</sup>	4.66 <sup>a</sup>	2.00 <sup>a</sup>	2.33 <sup>a</sup>	1.35 <sup>a</sup>	2.66 <sup>a</sup>	2.66 <sup>a</sup>	4.33 <sup>a</sup>	4.66 <sup>a</sup>	2.00 <sup>ab</sup>	0.33 <sup>a</sup>	0.66 <sup>a</sup>	1.66 <sup>a</sup>	2.00 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>
40	26.33 <sup>a</sup>	6.00 <sup>a</sup>	3.66 <sup>a</sup>	2.00 <sup>a</sup>	4.66 <sup>a</sup>	3.00 <sup>a</sup>	3.66 <sup>a</sup>	3.00 <sup>a</sup>	3.33 <sup>a</sup>	4.00 <sup>a</sup>	1.66 <sup>ab</sup>	1.00 <sup>a</sup>	2.33 <sup>a</sup>	0.66 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>
50	26.33 <sup>a</sup>	8.00 <sup>a</sup>	6.33 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	5.33 <sup>a</sup>	5.60 <sup>a</sup>	6.33 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>	4.33 <sup>a</sup>	4.00 <sup>a</sup>	3.66 <sup>ab</sup>	3.66 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>
60	30.33 <sup>a</sup>	11.33 <sup>a</sup>	12.66 <sup>a</sup>	9.00 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	6.66 <sup>a</sup>	8.00 <sup>a</sup>	2.33 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	7.66 <sup>a</sup>	1.33 <sup>ab</sup>	1.33 <sup>a</sup>	0.66 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>	3.00 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>
70	13.00 <sup>a</sup>	7.33 <sup>a</sup>	10.3 <sup>a</sup>	8.33 <sup>a</sup>	3.00 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>	3.33 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>	4.66 <sup>a</sup>	5.66 <sup>a</sup>	1.66 <sup>ab</sup>	1.33 <sup>a</sup>	0.66 <sup>a</sup>	0.66 <sup>a</sup>	0.66 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>
80	21.00 <sup>a</sup>	6.00 <sup>a</sup>	9.00 <sup>a</sup>	6.66 <sup>a</sup>	2.66 <sup>a</sup>	2.66 <sup>a</sup>	3.66 <sup>a</sup>	3.00 <sup>a</sup>	2.33 <sup>a</sup>	6.00 <sup>a</sup>	7.66 <sup>ab</sup>	1.33 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	1.66 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>
90	18.00 <sup>a</sup>	6.33 <sup>a</sup>	8.33 <sup>a</sup>	7.66 <sup>a</sup>	4.00 <sup>a</sup>	3.33 <sup>a</sup>	4.00 <sup>a</sup>	1.66 <sup>a</sup>	6.00 <sup>a</sup>	4.00 <sup>a</sup>	5.66 <sup>ab</sup>	3.00 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>	1.66 <sup>a</sup>
100	23.00 <sup>a</sup>	6.66 <sup>a</sup>	9.33 <sup>a</sup>	9.00 <sup>a</sup>	3.66 <sup>a</sup>	5.33 <sup>a</sup>	8.00 <sup>a</sup>	4.66 <sup>a</sup>	6.33 <sup>a</sup>	4.66 <sup>a</sup>	4.66 <sup>ab</sup>	2.33 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>	2.00 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>	2.00 <sup>a</sup>

\*Valores con la misma letra en la columna indican igualdad en términos estadísticos (Tukey  $\alpha$  0.05).

La determinación de resistencia, considerando los valores de área bajo la curva de trips capturados en cada cultivar a través del tiempo, indican que las plantas originadas de la dosis a 90 Gy se comportaron como resistentes (Cuadro 15), ningún cultivar expresó un nivel altamente resistente. Las plantas de las dosis a 20, 30, 80 y 100 Gy se comportaron como moderadamente resistente, mientras que con la dosis a 10, 40, 50 y testigo se ubicaron en la categoría moderadamente susceptible; y solo las plantas a 70 Gy se ubicaron en la categoría susceptible.

**Cuadro 15.** Nivel de resistencia en base al valor medio del área bajo la curva de incidencia de trips a través del tiempo capturadas en plantas de gladiolo en los cultivares de blanca borrega.

Cultivar (Dosis (Gy))	Área Bajo de Curva	Nivel de resistencia
Testigo	510.67	Moderadamente Susceptible
10	620.00	Moderadamente Susceptible
20	417.33	Moderadamente Resistente
30	422.67	Moderadamente Resistente
40	513.33	Moderadamente Susceptible
50	548.00	Moderadamente Susceptible
60	632.00	Moderadamente Susceptible
70	745.33	Susceptible
80	360.00	Moderadamente Resistente
90	238.67	Resistente
100	360.00	Moderadamente Resistente

## VII. DISCUSIÓN

Dentro del manejo integrado de insectos plaga, una de las herramientas de mayor impacto es el control genético, con el fin de reducir las pérdidas en los cultivos, que se estiman alrededor del 20 al 30% de la producción total; además contribuye a disminuir la aplicación anual de insecticidas químicos influyendo indirectamente en la reducción de la contaminación ambiental y en los riesgos a la salud y alimentación (UCV, 2020). La necesidad de contar con cultivares de gladiolo con cierto grado de resistencia, es una alternativa necesaria para el manejo y producción comercial de esta ornamental en campo abierto.

Uno de los principios del mejoramiento genético es contar con una base genética diversa, razón por la cual es imprescindible generar tal condición. La mutagénesis es valorada como una herramienta importante en el mejoramiento genético de los cultivos, es ampliamente utilizada para generar variación genética y nuevas variedades de las plantas cultivadas, además de que está libre de las restricciones y regulaciones (Parry *et al.*, 2009). Las radiaciones ionizantes como los rayos X y gamma tienen un gran poder de penetración, por lo que se ha considerado como la gran opción para el desarrollo de variedades mejoradas a partir de la inducción de mutaciones en las plantas que se propagan de forma vegetativa (Prina *et al.*, 2010). Estrada-Basaldúa *et al.* (2011) consideran que el efecto de la mutación en plantas ornamentales es muy visible, por lo que la selección para cambios en el color de la flor, forma y tamaño es fácil; sin embargo, estos cambios no siempre presentan novedades con valor agregado en resistencia de plagas

Lee y Lee (2001) mencionan que la inducción de mutaciones con radiación gamma o agentes químicos, por ejemplo; tratamientos con etil metanosulfonato (EMS) en anteras de arroz (*Oryza sativa*) produjeron hasta 20.7% de mutantes. En *Vicia faba*

se comparó la eficiencia entre agentes mutagenicos físicos y químicos, donde EMS genero una mayor tasa de mutación comparada con la radiación gamma, debido a los mayores efectos en la generación irradiada (Kumari, 1996). En ese sentido Piña (2019) indica que en gladiolo se encontraron cultivares con características vegetativas diferentes al testigo en dosis de 30 Gy, tanto en gladiolo rojo como en blanca borrega. Banerji y Datta (1994) irradiaron cormos del cultivar White Friendship determinando cambios en el fenotipo, sin evaluar la resistencia a algún tipo de plaga. Raghava *et al.* (1988) indican la obtención de un cultivar de gladiolo con característica fenotípicas y estables superiores a la variedad Wild Rose. Por otro lado, Pathania y Misra (2003) irradiaron dos cultivares de gladiolo para determinar la sensibilidad a toxinas de *Fusarium oxyspoum*, determinando nulo efecto de resistencia en los cultivares en pruebas *in vitro* y *ex vitro*.

Los resultados encontrados en esta segunda generación de materiales irradiados de gladiolo y seleccionado en diferentes dosis, indican una respuesta de no preferencia del insecto, por la posible presencia de una característica física, morfológica, fisiológica o de no preferencia (López, 1995) que impactan en la densidad de población (menor presencia) de Trips en las plantas generadas con las dosis de 70, 80 y 90 Gy, que se deberá determinar en estudios posteriores, así como la calidad de la espiga floral. En este sentido, existen clasificaciones genéticas para poder determinar algún posible origen que estimule origine la no preferencia como es a través de sustancias (bioquímicas) y la de tipo morfológico (estructuras anatómicas y fisiológicas) (López, 1995).

El hecho de que se tenga menor densidad de trips en estos materiales es indicativo que con estos materiales genéticos incorporados dentro de un manejo integrado de cultivos, las posibles opciones de manejo se podrían reducir al uso control biológico y cultural, así como la incorporación de alternativas que estimulen la

resistencia a través de fertilización y usos de estimulantes, por lo que el uso de insecticidas de etiqueta roja o amarilla pudieran quedar en desuso ya que no se justifica su empleo ante una menor densidad del insecto plaga, la utilización de plaguicidas altamente tóxicos trae muchas consecuencias adversas al medio ambiente; ya sea como fitotoxicidad en los cultivos, resistencia en las plagas, persistencia en los productos y otros (Almanza, 2005).

Se observó que basados en las curvas de fluctuación del insecto, los ciclos de vida de trips en los materiales irradiados, en general, es de aproximadamente 20 días, menor a lo reportado por Frago y López (2019) que determinaron ciclos de 25 a 30 días en la variedad roja borrega de gladiolo establecido en el Valle de Toluca. En este mismo sentido, los valores del área bajo la curva de las poblaciones de trips en los diferentes materiales irradiados fueron menores a los determinados en estudios de gladiolo sin irradiar y establecido en campo (Frago y López, 2019).

Respecto a los daños ocasionados por el insecto en las plantas de gladiolo, se determinó que el menor daño estético se presentó en las plantas originadas en las dosis de 80 y 90 Gy. Aunque en 100 Gy se observó un continuo menor daño hasta los 116 días en que la planta expresa un menor daño. El hecho de expresar un menor daño en el follaje de las plantas, nos permite indicar que habrá una fotosíntesis continua, así como una mejor calidad estética.

En el presente estudio no fue posible la inducción de emisión de espiga floral, por lo que resulta necesario determinarlo en posteriores estudios. Finalmente, en los fenotipos que expresen características sobresalientes de resistencia, es necesario obtener secciones de yemas laterales para incrementarlas por medio de la técnica de cultivos de tejidos, se incrementarán en invernadero para obtener su semilla y

proceder a una posible evaluación en otros ambientes de campo o localidades, en una posterior etapa de investigación.

Respecto al nivel de resistencia determinado en las plantas del cultivar obtenido a 90 Gy, como resistente, según la escala propuesta por Njau *et al.* (2017), son promisorios para disponer de material genético con resistencia que facilitaría su incorporación dentro de un manejo integrado, en este mismo sentido también podrían incorporarse los cultivares 20, 30, 80 y 100 Gy que expresen resistencia moderada, aunque se tiene que valorar sus características de calidad floral. Sin embargo, es necesario realizar al menos una evaluación adicional que permita evaluar la consistencia y posible estabilidad de la respuesta expresada en cada cultivar.

## VIII. CONCLUSIONES

Las plantas originadas del cultivar seleccionado con la dosis a 80 y 90 Gy, en la variedad blanca borrega, expresaron la mayor no preferencia de la plaga insectil, al tener el menor daño de trips, la menor densidad de población en las diferentes fechas de muestreo así como la menor área bajo la curva.

En la variedad roja borrega las plantas obtenidas en las diferentes dosis de irradiación, expresaron la menor población del insecto, respecto a su testigo.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Almanza, S. J. C. 2005. Control químico para plagas del cultivo de gladiolo (*Gladiolus grandiflorus*) en Arvicato municipio de Mecapaca. Universidad mayor de San Andres. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 77 p.
- Banerji, B.K., Datta, S.K. 1994. Gamma irradiation studies on Gladiolus cv. White Friendship. Journal of Nuclear Agriculture and Biology 23(3): 127-133 ISSN 0379-5489.
- Carrizo, P., Gastelu, C., Longoni, P., Klasman, R. 2008. Especies de trips (INSECTA: Thysanoptera: Thripidae) en las flores de ornamentales. Idesia, 26: 83-86.
- Castillo-Martínez, C. R., De la Cruz-Torrez, E., Carrillo-Castañeda, G., Avendaño-Arrazate, C.H. 2015. Inducción de mutaciones en crisantemo (*Dendranthema grandiflora*) usando radiación gamma y etil metano sulfonato. Agroproductividad, pp 60-64.
- Crespi, B. J. 1986. Territoriality and fighting in a colonial thrips, *Hoplothrips pedicularius*, and sexual dimorphism in Thysanoptera. Ecological Etomology, 11: 119-130.
- Cristobal, C. M. 2011. Distribución espacial de trips, mosca blanca y pulgón en el cultivo del gladiolo en la región norte del Estado de México. Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ciencias Agrícolas. Estado de México, México. 132 p.
- CSIRO. 2009. World Thysanoptera. Disponible en: [http://anic.ento.csiro.au/thrips/identifying\\_thrips/Phlaeothripidae.htm](http://anic.ento.csiro.au/thrips/identifying_thrips/Phlaeothripidae.htm).  
Fecha de consulta: 4 de mayo del 2018.

- Cuevas, F. H. 2005. El cultivo de la gladiola en México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro División de Agronomía. Saltillo Coahuila, México. 97 p.
- Cuevas, R. H. Biblioteca INIA. 2020. Produccion de gladiolo. Disponible en: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR25060.pdf>. Consultado el 7 de Febrero del 2020.
- Estrada-Basaldúa, J.A., Pedraza-Santo, M.E., De la Cruz-Torres, E., Martínez-Palacios, A., Sáenz-Romero, C., y Morales-García, J.L. 2011. Efecto de rayos gamma  $^{60}\text{Co}$  en nardo (*Polianthes tuberosa* L.). Revista Mexicana en Ciencias Agrícolas 3:445-458
- Fragoso, B. J. M. y López, R. E. A. 2019. Densidad de población de trips en unicultivo del gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.) y asociado con girasol (*Helianthus annuus* L.). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México. 137 p.
- Flores-Almaraz, R., A. Lagunes-Tejeda. 1998. La horticultura ornamental en México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática- Colegio de Postgraduados, Aguascalientes, México, 88 p.
- Foro Nuclear. 2018. Foro de la Industria Nuclear Española. Disponible en: [http://www.rinconeducativo.org/contenidoextra/radiacio/e\\_aplicaciones\\_a\\_groalimentarias.html](http://www.rinconeducativo.org/contenidoextra/radiacio/e_aplicaciones_a_groalimentarias.html). Consultado el 21 de marzo del 2018.
- González, J. 2004. La tecnología nuclear en el mejoramiento de las plantas. Ciencia • abril-junio.

- González, P, E., y Ayala, G. Ó. 2011. Estudio del desarrollo, calidad de flor y dosis de fertilización en Gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* Hort.). Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 34:277-283.
- Google Earth. 2018. Ubicación de invernadero 6. Disponible en: [https://earth.google.com/web/search/facultad+de+ciencias+agricolas+uaem+/@19.4089235,99.6907783,2604.66322484a,989.71112036d,35y,173.53263146h\\_45t,0r/data=Co4BGmOSXgolMHg4NWQyNzBjZGVjYzZkNTVmOjB4YWI\\_zYmM5NWI1OTQxYmU3MRncEOM1r2gzQCFV0i-2NexYwCojZmFjdWx0YWQgZGUgY2llbmNpYXMgYWdyaWNvbGFzIHVhZW0YAIAiABliYKJAMtDxRC4mgzQBEAT5IM0mgzQBmKHfXOOOxYQCFN73MhM-xYQA](https://earth.google.com/web/search/facultad+de+ciencias+agricolas+uaem+/@19.4089235,99.6907783,2604.66322484a,989.71112036d,35y,173.53263146h_45t,0r/data=Co4BGmOSXgolMHg4NWQyNzBjZGVjYzZkNTVmOjB4YWI_zYmM5NWI1OTQxYmU3MRncEOM1r2gzQCFV0i-2NexYwCojZmFjdWx0YWQgZGUgY2llbmNpYXMgYWdyaWNvbGFzIHVhZW0YAIAiABliYKJAMtDxRC4mgzQBEAT5IM0mgzQBmKHfXOOOxYQCFN73MhM-xYQA) . Fecha de consulta: Febrero 2020.
- Gutiérrez, G. N. A. 2013. Evaluación de cuatro variedades de cultivo de gladiolo *Gladiolus spp.* (*Asparagales; Iridiceae*), bajo invernadero, San Francisco el alto, Totonicapán. Universidad Rafael Landívar Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas Campus de Quetzaltenango. Quetzaltenango, México. 117 p.
- Gutiérrez, R. M. 2014. Producción de gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* Hort.) en el sur del Estado de México. Tesis de Licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Floricultura. Universidad Autónoma del Estado de México Centro Universitario UAEM Tenancingo, Tenancingo, México. 83 p.
- Hernández-Moreno, A.M., Bautista-Baños, S., Hernández-López, M., Barrera-Necha, L.L., León-Rodríguez, R., García-Barrera, L. 2017. Etiology of the rotting of gladiolus corms in storage in Cuautla, Morelos, Mexico. Revista Mexicana de Fitopatología 35(3): 476-493. DOI: 10.18781/R.MEX.FIT.1703-6.

- ICAMEX. 2015. Instituto de Capacitación Agrícola, Pecuaria y Forestal del Estrado de México. Cultivo gladiolo. Disponible en:[http://portal2.edomex.gob.mx/icamex/investigacion\\_publicaciones/floricola/gladiolo/index.htm](http://portal2.edomex.gob.mx/icamex/investigacion_publicaciones/floricola/gladiolo/index.htm). Fecha de consulta: 10 Agosto de 2015.
- Kogel KH, Langen G .2005. Induced disease resistance and gene expression in cereals. *Cell Microbiol* 7(11): 1555-1564.
- Kumari, R. 1996. Effectiveness and efficiency of physical, chemical and physico-chemical mutagens in M2 generation of *Vicia Faba* L. var VH82-1. *Journal of Nuclear Agriculture and Biology* 25:172-175.
- Larson, R. A. 1992. Introducción a la floricultura. Editorial AGT Editor S.A. ISBN: 968-463-127-8. 551 p.
- Lee H; Lee J .2001. Mutagenic effectiveness and efficiency of EMS, gamma rays and their combination in rice. *Advances in plant sciences* 12: 203-205.
- López, T. M. 1995. Resistencia de las plantas. Editorial trillas. Primera edición. Mexico, D.F. 103 p.
- Mound, L. A., G. D. Morison, B. R. Pitkin and J. M. Palmer 1976. *Thysanoptera. Handbooks for the Identification of British Insects*, 1 (2): 1-79.
- Mound, L. A. 2011. Grass-dependent Thysanoptera of the family Thripidae from Australia. *Zootaxa*, 3064: 1-40.
- Moritz, G., L. A. Mound, D. C. Morris and A. Goldarazena. 2004. Pest thrips o the world – visual and molecular identification of pest thrips. CD-ROM published by CBIT, Brisbane. URL: <http://www.cbit.uq.edu.au/software/pestthrips/default.htm>

Muñoz, B. F. 2016. Uso de radiaciones ionizantes en el ámbito agropecuario. Revista Científica Ecuatoriana 5:15-16.

NCBI. 2020. *Gadiolus gradiflorus*. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=378406&lvl=3&lin=f&keep=1&srchmode=1&unlock>, p. Fecha de consulta: 20 de Agosto de 2020.

Njau, G. M., Nyomora, A. M. S., Dinssa, F. F., Chang, J-C., P. Malini, S. Subramanian, M. S., and Srinivasan, R. 2017. Evaluation of onion (*Allium cepa*) germplasm entries for resistance to onion thrips, *Thrips tabaci* (Lindeman) in Tanzania. International Journal of Tropical Insect Science 37(2): 98–113, doi:[10.1017/S1742758417000078](https://doi.org/10.1017/S1742758417000078)

NorfiPC. 2018. Fotos de la naturaleza y medio ambiente. Disponible en: <https://norfipc.com/fotos-naturaleza/como-sembrar-propagar-flores-plantas-ornamentales-frutales.php>. Consultado el 4 de mayo del 2018.

OzTHRIPS. 2020. Thysanoptera in Australia. Disponible en: <http://www.ozthrips.org/terebrantia/thripidae/thripinae/thrips-simplex/>. Consultado el 8 de Junio del 2020.

Parry, M.A.J., Madgwick, P.J., Bayon ,C., Tearall, K., Hernández-López, A., Baudo, M., Rakszegi, M., Hamada, W., Al-Yassin, A., Ouabbou, H., Labhilili, M., Phillips, A.L. 2009. Mutation discovery for crop improvement. J. Expe. Bot. 60(10):2817-2825.

Pathania, N. S., Misra, R. L. 2003. In vitro mutagenesis studies in *gladiolus* for induction of resistance to *Fusarium oxysporum* f.sp. *Gladioli*. Acta Horticulturae 624:67.

Prina, A., Landau, A., Pacheco, M.G., Hopp, E.H. 2010. Mutagénesis, TILLING y

EcoTILLING. In: Levitus G., Echenique V., Rubinstein C., Hopp E., Mroginski L. (Eds.) Biotecnología y mejoramiento vegetal II. Editorial INTA. Segunda edición. Argentina. 217-228 pp.

Pedraza, E. A. K. 2015. Análisis espacial de trips y uromyces transversalis en el cultivo del gladiolo en la región de Villa Guerrero, Tenancingo y Ocuilan del Estado de México. Tesis de Licenciatura en Ingeiero Agrónomo Fitotecnista. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma del Estado de México. Estado de México, México. 249 p.

Piña, J. E. 2019. Efecto de irradiación con rayos gamma de  $^{60}\text{Co}$  en gladiolo (*Gladiolus communis* L.) Variedad roja y blanca borrega. Tesis de licenciatura en Ingeniero Agrónomo en Floricultura. Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ciencias Agrícolas. Estado de México, México. 93 p.

Raghava, S.P.S.; Negi, S.S.; Sharma, T.V.R.S.; Balakrishnan, K.A. 1988. Gamma ray induced mutants in Gladiolus. Journal of Nuclear Agriculture and Biology 17(1): p. 5-10

Reyes, C. A. 2012. Comportamiento de cinco variedades de Gladiola (*Gladiolus* spp.) en la zona serrana del Estado de Nuevo León. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro División de Agronomía. Saltillo Coahuila, México. 67 p.

Reyes, M. A. 2018. Fitosanidad del cultivo del gladiolo (*Gladiolus* spp.) en el Estado de México. Trabajo Terminal. Especialidad en Floricultura. Universidad Autónoma del Estado de México Facultad de Ciencias Agrícolas. Estado de México, México. 50 p.

- Romero, C. S. 1996. Plagas y Enfermedades de Ornamentales. Universidad Autónoma Chapingo. ISBN: 968-884-340-7. Texcoco, Mex. 244p.
- Romero, C. J. J. 2017. Nivel de incidencia de trips (*Thrips simplex*) en el cultivo del gladiolo (*Gladiolus communis* L.) Asociado con cempoaxóchitl (*Tagetes* spp). Trabajo Terminal. Especialidad en Floricultura. Universidad Autónoma del Estado de México Facultad de Ciencias Agrícolas. Estado de México, México. 39 p.
- Salinger, J. 1991. Producción Comercial de flores. Editorial Aciribi, S.A. Zaragoza, España. P 134-137
- SIAP. 2019. Anuario del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, ciclos 2019. Producción Agrícola. [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/ResumenProducto.d](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.d) o. Fecha de Consulta: el 8 de Junio del 2020.
- Tester M, Lagridge P. 2010 Breeding technologies to increase crop production in a changing world. Science 327 (5967): 818-822
- UCV. 2020. Control genético. [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Zoologia\\_Agricola/Manejo\\_Integrado/Competencia3/Control\\_gen%C3%A9tico\\_guia\\_FMIP\\_2016.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Zoologia_Agricola/Manejo_Integrado/Competencia3/Control_gen%C3%A9tico_guia_FMIP_2016.pdf). Consultado el 17 de Marzo del 2020.
- Vdocuments. 2020. Cultivo de gladiolo. <https://vdocuments.mx/manual-floricultura-cultivo-de-gladiolo.html>. Consultado el 9 de Febrero del 2020.
- Verdeguer, A. M. 1981. Manejo de los cormos de gladiolos. Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura. Publicaciones de extensión agraria. L.S.B.N.: 84-341-0271-4. Madrid, España.

- Veronese P, Li X, Niu XM, Weller SC, Bressan RA, Hasegawa PM. 2001. Bioengineering mint crop improvement. *Plant Cell Tiss Organ Cult* 64 (2-3): 133-144
- Vidalie, H. 2001. *Producción de Flores y Plantas Ornamentales*. 3ra Ed. Mundi-Presa. Madrid, España.
- Wijkamp, I., N. Almarzas, R. Goldbach y D. Peters. 1995. Distinc levels of especificity in thrips transmission of Tospoviruses. *Phytopathology*, 85: 1069-1074.

## ANEXOS



**Figura 30.** Por cuestiones de que las plantas no eran respetadas en campo, ya que se robaron algunas macetas se pasaron al invernadero. Aquí se pueden observar al testigo donde la mayoría de sus plantas están secas y algunas plantas de las dosis 100, 90.



**Figura 31.** Las plantas de las dosis restantes, todas de la variedad blanca borrega.



Figura 32. En la imagen se pueden observar las plantas de algunas dosis de tratamiento para la variedad roja borrega.



Figura 33. Se hace la comparación de daños del tratamiento (T-20) con respecto al testigo.

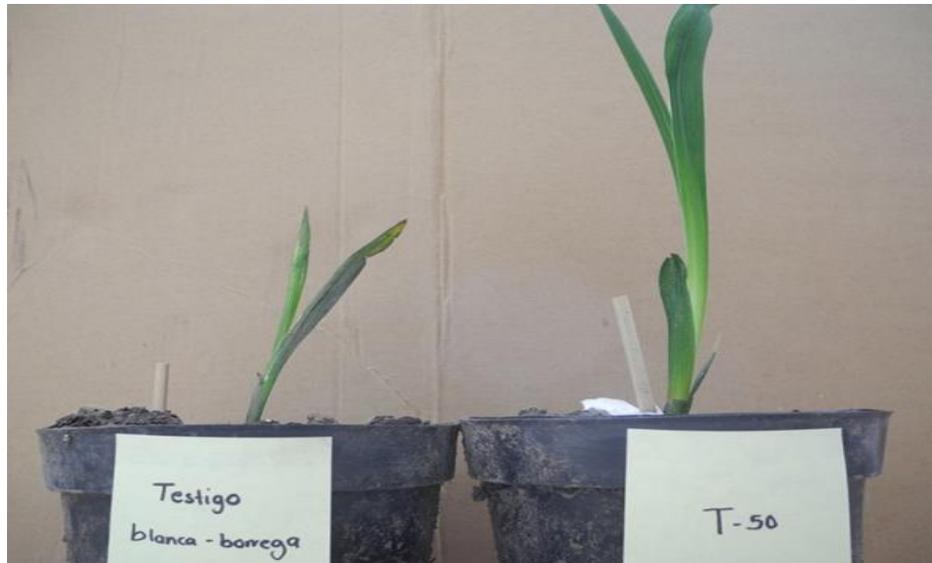


Figura 34. Comparación de daños del testigo y T-50 donde se observan mayores daños en el testigo, mientras que la planta irradiada tiene mejores características.



Figura 35. Se compara el testigo con la dosis 90 la cual en la estadística resulto ser la planta con mayor resistencia al daño de trips.



Figura 36. Se puede observar que la planta de dosis 10 resulta a simple vista tener buenas características, sin embargo 88 dds es una de las que tiene mayores daños.



Figura 37. Al igual que la planta de dosis 10 al principio presentaba características estéticamente aceptables, mientras que 72 dds también fue una de las plantas con mayor daño.



Figura 38. Al comparar cualquier planta sometida al tratamiento, es decir diferente al testigo, presentan buena apariencia, pero conforme avanzaron los días del experimento la mayoría de las plantas presento daño por trips o roya.

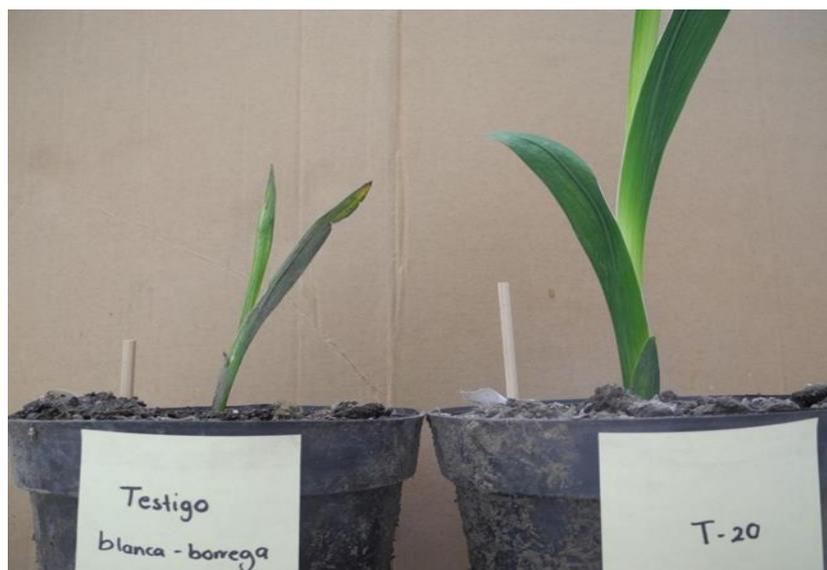


Figura 39. La dosis 20, 72 dds fue uno de los tratamientos que presento mayor daño.

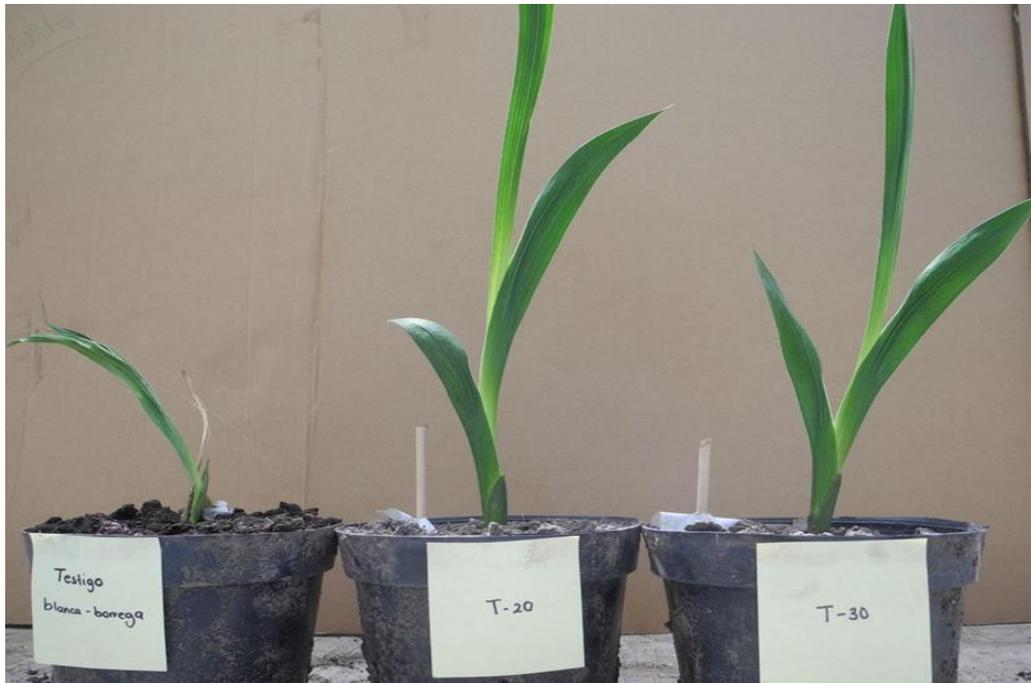


Figura 40. Se realiza una comparación entre el testigo y dos tratamientos más, ambos resultando ser de los más dañados, pero en esta imagen se puede observar que la dosis 20 ligeramente es mejor que la dosis 30.

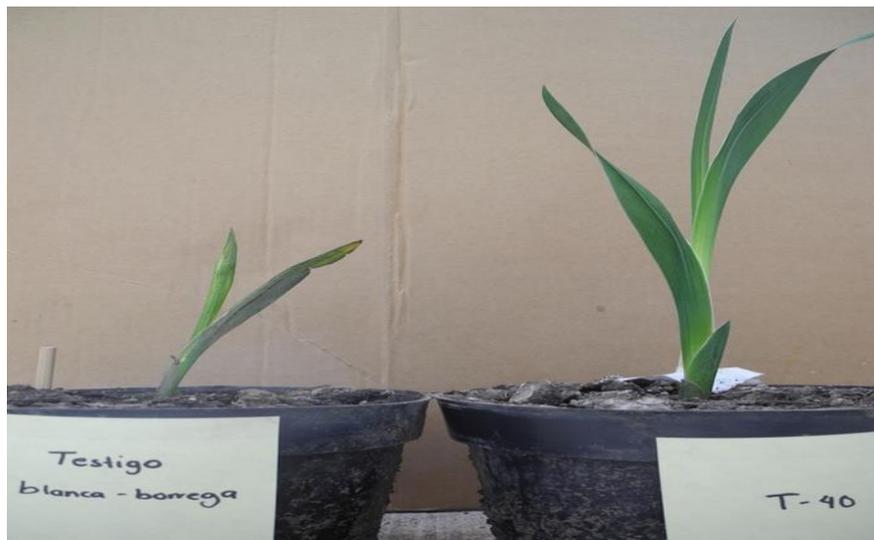


Figura 41. Se observa un resultado similar al testigo.

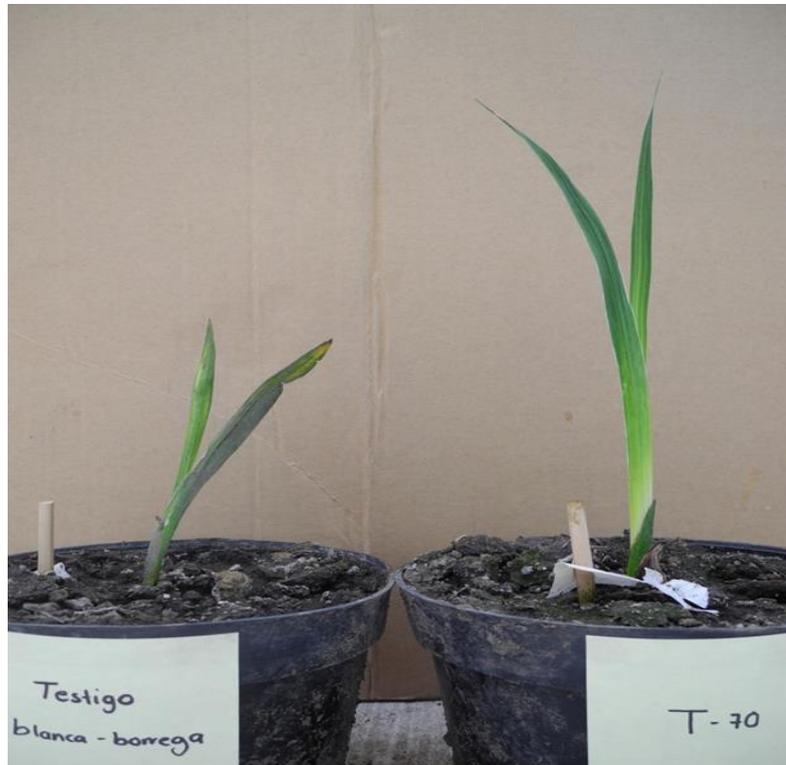


Figura 42. Al igual que en la imagen anterior se pueden observar características similares al testigo.



Figura 43. Se observan daños por trips.



Figura 44. Daños ocasionados por roya



Figura 45. Se pueden observar características similares al testigo. No hay mayor altura, ni otras características.



Figura 46. Comparación de daños entre tres dosis diferentes.



Figura 47. Comparación de daños con la dosis 50, la cual presenta buenas características estéticas.

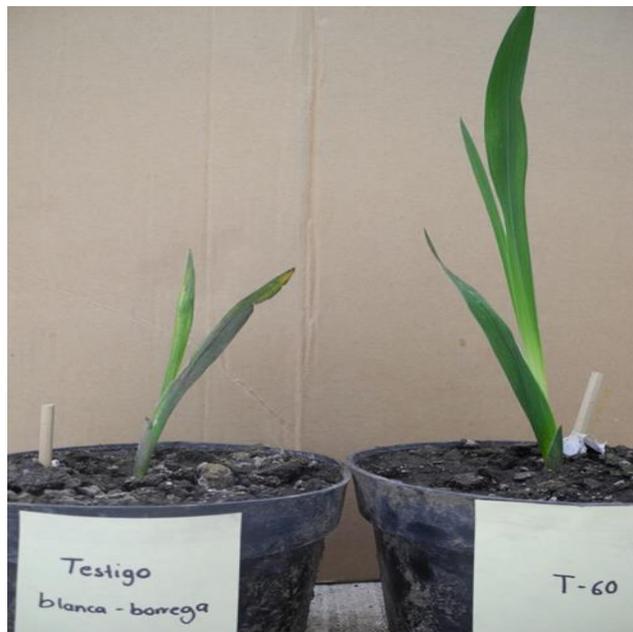


Figura 48. Comparación de daños con la dosis 60, la cual presenta mejores resultados comparada con el testigo.