



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

ALTERNATIVAS DE MANEJO DE LA MARCHITEZ (*Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli*) DEL GLADIOLO (*Gladiolus* spp.) EN ALMOLOYA DE JUÁREZ, ESTADO DE MÉXICO

QUE COMO TRÁMITE PARCIAL PARA LA EVALUACIÓN PROFESIONAL DE LA CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO EN FLORICULTURA

PRESENTA

DIEGO MALVAEZ AGUILAR

MODALIDAD: TESIS INDIVIDUAL

ASESORES

DR. JESÚS RICARDO SÁNCHEZ PALE

DR. JESÚS GAUDENCIO AQUINO MARTÍNEZ



Campus Universitario “El Cerrillo”, El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca,
Estado de México. Febrero del 2019.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	II
DEDICATORIAS	III
ÍNDICE DE CUADROS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	XI
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos Particulares.....	3
2.3. Hipótesis	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 Antecedentes históricos	4
3.2 Origen	4
3.3 Importancia económica y distribución	5
3.4 Clasificación taxonómica y morfología.....	5
3.5 Requerimientos climáticos	7
3.6 Requerimiento de suelo y agua.....	8
3.7 Descripción del proceso de producción.....	10
3.8. Fertilización	13
3.9. Control de maleza.....	14
3.10 Plagas y su control.....	14
3.11 Enfermedades y su control	15
3.12 Manejo de la marchitez y pudrición del corno (<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>gladioli</i>)17	
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	22
4.1 Ubicación del área de estudio.....	22
4.2 Material vegetativo	23
4.3 Preparación del terreno.....	23

4.4	Diseño experimental y tratamientos	26
4.5	Variables de estudio por tratamiento	30
4.6	Análisis de datos	33
4.7	Área bajo de la curva del progreso de la severidad/incidencia.....	34
V.	RESULTADOS	35
5.1	Incidencia de marchitez de la planta.....	35
5.2	Altura de planta	38
5.3	Grosor del tallo floral	41
5.4	Longitud de la espiga de floral	44
5.5	Número de flores por espiga.....	46
5.6	Días a corte	48
5.7	Área bajo la curva.....	50
VI.	DISCUSIÓN	53
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	56

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en el estudio y forma de aplicación de los fungicidas...	26
Cuadro 2. Descripción y aplicación de los tratamientos del experimento.....	28
Cuadro 3. Significancia estadística de los valores de la incidencia de marchitez de planta (%) por <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>gladioli</i> y <i>Stromatinia</i> spp. en gladiolo cv. Roja Borrega por efecto de dos alturas de surco y cuatro fungicidas.....	35
Cuadro 4. Separación de medias y valores promedio de incidencia (%) de marchitez de planta gladiolo cv. Roja Borrega asociada por <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>gladioli</i> y <i>Stromatinia</i> spp. por efecto dos alturas de surco.....	36
Cuadro 5. Separación de medias y valores promedio de incidencia (%) de marchitez en plantas de gladiolo cv. Roja Borrega ocasionado por <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>gladioli</i> y pudrición seca del tallo por <i>Stromatinia</i> spp. ante el efecto de cuatro fungicidas.....	37
Cuadro 6. Significancia estadística de los valores en altura de planta de gladiolo cv. Roja Borrega por efecto de dos alturas de surco y cuatro fungicidas.....	38
Cuadro 7. Separación de medias y valores promedio para altura de planta (cm) de gladiolo cv. Roja Borrega en dos alturas de surco en diferentes fechas de evaluación.....	39
Cuadro 8. Separación de medias y valores promedio en altura de planta (cm) que desarrollaron ante la presencia de fungicidas en las diferentes fechas de evaluación.....	40
Cuadro 9. Significancia estadística de los valores del grosor de tallo de gladiolo cv. Roja Borrega por efecto de dos alturas de surco y diferentes fungicidas evaluados.....	41
Cuadro 10. Separación de medias y valores promedio del grosor de tallo (cm) en dos alturas de surco en diferentes fechas de evaluación.....	42
Cuadro 11. Separación de medias y valores promedio del grosor de tallo (cm) de plantas de gladiolo cv. Roja Borrega con diferentes tratamientos de fungicidas contra <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>gladioli</i>	43
Cuadro 12. Significancia estadística de los valores de espiga floral (cm) desarrollada en plantas de gladiolo cv. Roja Borrega por efecto de dos alturas de surco y cuatro fungicidas.....	44
Cuadro 13. Valores promedio de longitud de espiga floral (cm) desarrollada en plantas de gladiolo cv. Roja Borrega por efecto de dos alturas de surco.....	44

Cuadro 14. Valores promedio de longitud de espiga floral desarrollada en plantas de gladiolo cv. Roja Borrega ante el efecto de cuatro fungicidas.....	45
Cuadro 15. Significancia estadística de los valores en número de flores por espiga desarrolladas en plantas de gladiolo cv. Roja Borrega por efecto de dos alturas de surco y cuatro fungicidas.....	46
Cuadro 16. Separación de medias y valores promedio de número de flores por espiga desarrolladas en plantas de gladiolo cv Roja Borrega por efecto a dos alturas de surco.....	46
Cuadro 17. Valores promedio de número de flores por espiga en gladiolo cv. Roja Borrega por efecto de cuatro fungicidas.....	47
Cuadro 18. Significancia estadística de los valores en días a corte en plantas de gladiolo cv. Roja Borrega por efecto de dos alturas de surco y cuatro fungicidas.....	48
Cuadro 19. Valores promedio de días a corte en plantas de gladiolo cv. Roja Borrega por efecto a dos alturas de surco.....	48
Cuadro 20. Valores promedio en días a corte en plantas de gladiolo cv Roja Borrega por efecto de cuatro fungicidas.....	49
Cuadro 21. Significancia estadística de los valores del área bajo la curva del progreso de la enfermedad desarrollada en plantas de gladiolo cv. Roja Borrega por efecto de dos alturas de surco y cuatro fungicidas.....	49
Cuadro 22. Valores promedio de área bajo la curva desarrollada en plantas de gladiolo cv. Roja Borrega dos alturas de surco en las diferentes fechas de evaluación.....	50
Cuadro 23. Separación de medias y valores promedio del área bajo la curva desarrollada en plantas de gladiolo cv. Roja Borrega por efecto de cuatro fungicidas.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del sitio experimental (Google Earth, 2018).....	22
Figura 2. Preparación del terreno: riego (a) y rastra (b) de la parcela experimental.....	23
Figura 3. Realización de surcado (a), medición de lotes (b), siembra (c), distancia y profundidad de los cormos (d) de la parcela experimental.....	24
Figura 4. Fertilización (a) y escarda (b) de la parcela experimental.....	25
Figura 5. Distribución de los tratamientos por cada altura del surco, bajo un diseño de parcelas divididas.....	28
Figura 6. Evaluación de la germinación al 50 % de la población.....	30
Figura 7. Medición de altura de planta.....	30
Figura 8. Medición del grosor del tallo.....	31
Figura 9. Incidencia de la enfermedad.....	31
Figura 10. Medición final de altura de planta.....	31
Figura 11. Altura de planta a corte.....	31
Figura 12. Tamaño de la espiga floral.....	32
Figura 13. Numero de botones florales.....	32
Figura 14. Aplicación del fungicida al drench al cuello de la base.....	32
Figura 15. Síntomas de presencia de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>gladioli</i>	32
Figura 16. Progreso de la marchitez por <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>gladioli</i> variedad Roja Borrega.....	51

RESUMEN

ALTERNATIVAS DE MANEJO DE LA MARCHITEZ (*Fusarium oxysporum f.sp. gladioli*) DEL GLADIOLO (*Gladiolus spp.*) EN ALMOLOYA DE JUÁREZ, ESTADO DE MÉXICO.

Diego Malvaez Aguilar. Ingeniero Agrónomo en Floricultura. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma del Estado de México.

Asesores: ¹Dr. Jesús Ricardo Sánchez Pale y ²Dr. Jesús Gaudencio Aquino Martínez: ¹Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ciencias Agrícolas, Campus Universitario “El Cerrillo”, El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, México. CP. 50200. e-mail: jrsanchezp@uaemex.mx. ²Instituto de Investigación y capacitación agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México, Laboratorio de Fitopatología Conjunto SEDAGRO s/n, Metepec, México, CP 52140. e-mail: jg_aquino@hotmail.com

El gladiolo es un cultivo de gran importancia económica para el sector florícola, es una de las ornamentales de mayor demanda y producción a nivel nacional y estatal. En los últimos años se han presentado grandes pérdidas económicas por el manejo deficiente de su producción desde el cultivo en campo, postcosecha y almacenamiento de cormos. Este cultivo presenta una problemática fitosanitaria diversa en la que destaca la roya transversal, los trips y la marchitez de la planta. *Fusarium oxysporum f.sp. gladioli* ataca las plantas en campo y los cormos en almacén, ocasiona la llamada marchitez y pudrición seca, respectivamente. Su control ha sido poco eficaz debido a la carencia de cormos sanos que ha llevado a una aplicación constante de fungicidas, sin la combinación con alguna otra alternativa de control. El presente trabajo se realizó con la finalidad de evaluar el efecto de dos alturas de surco (30 y 40 cm) combinada con cuatro fungicidas para determinar su eficiencia en el control de *Fusarium oxysporum f.sp. gladioli*. Se utilizó una parcela con antecedentes de la enfermedad ubicada en Cieneguillas de Guadalupe, Almoloya de Juárez, Estado de México. Se emplearon cormos de la variedad Roja Borrega provenientes de San Nicolás, Tenancingo, Estado de México. El estudio se estableció bajo un diseño experimental de parcelas divididas, la parcela grande correspondió a la altura del surco, mientras que la parcela chica correspondió a los diferentes tratamientos con fungicidas Captan 50 (Captan), Sportak (Prochloraz), Cercobin

(Tiofanato metílico), Tecto 60 (Tiabendazol) y un testigo sin aplicar, distribuidos aleatoriamente. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de germinación, grosor de tallo, altura de planta, días a floración, tamaño de espiga floral, número de flores e incidencia de la marchitez, así como la curva del progreso de la enfermedad a través del tiempo. Los resultados indicaron que la presencia de *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli* inicio a partir de los 70 días después de la siembra con la expresión de síntomas característicos como amarillamiento en las hojas inferiores y posterior marchitez que llevó a la muerte a la planta. El análisis de varianza mostró diferencia significativa entre tratamientos para la variable incidencia de planta enferma. El testigo fue el tratamiento con mayor número de plantas enfermas (17.86%), seguido de Captan (13.94%); mientras que, el tratamiento con menor presencia de la enfermedad fue Cercobin (7.83%), sin embargo, no existió diferencias significativas en la interacción de incidencia con altura de surco. En este mismo sentido, existió diferencia significativa entre tratamientos para la variable área bajo la curva del progreso de la enfermedad, pero no así en su interacción con la altura de surco, se encontró una mayor área en el tratamiento testigo seguido del fungicida captan, mientras que en Cercobin se determinó una menor área, indicativo que su comportamiento de la enfermedad a través del tiempo fue diferente. Por otro lado, aunque no existió diferencia significativa entre tratamientos y su interacción con altura de surco, se determinó que cuando Cercobin se combinó con la altura de surco a 40 cm se obtuvo una mejor calidad de flor (mayor longitud de espiga y número de flores) y menor incidencia de la enfermedad, en comparación con la altura de surco a 30 cm que presentó un mayor número de plantas enfermas.

ABSTRACT

MANAGEMENT ALTERNATIVES FOR WILT (*Fusarium oxysporum f.sp. gladioli*) IN GLADIOLUS (*Gladiolus spp.*) IN ALMOLOYA DE JUAREZ, MEXICO STATE.

The gladiolus is an important crop in the floriculture industry. It has one of the highest production demands among ornamentals at both the national and state levels. Over the past few years, large economic losses have been accrued due to ineffective production management from cultivation in the field through post-harvest storage of corms. This crop presents a variety of phytosanitary issues, key among which are gladiolus rust, thrips, and wilt. *Fusarium oxysporum f.sp. gladioli* attacks plants in the field as well as stored corms, causing the conditions known as wilt and dry rot, respectively. Its control has been ineffective due to a lack of healthy corms, which has led to constant application of fungicides, without combining other alternative control measures. This work evaluates the effect of two furrow heights (30 and 40 cm) in combination with four fungicides to determine their effectiveness for control of *Fusarium oxysporum f.sp. gladioli*. The study was carried out in a plot with a history of wilt in Cieneguillas de Guadalupe Almoloya de Juarez, in Mexico State. Corms of the Roja Borrega variety from San Nicolas, Tenancingo, Mexico State were used. The study used a divided plot design. The large plot was furrow height and the small plot was the different fungicide treatments: Captan 50 (Captan), Sportak (Prochloraz), Cercobin (Thiophanate-methyl), Tecto 60 (Thiabendazole) and a control with no fungicide applied, whose locations were randomly assigned. The variables evaluated were: percent germination, stalk thickness, plant height, flowering days, size of the floral spike, number of flowers, and incidence of wilt, as well as the curve of the progression of the disease over time. The results showed that the presence of *Fusarium oxysporum f.sp. gladioli* began 70 days after planting with the expression of characteristic signs such as yellowing of the lower leaves and subsequent wilting, leading to the death of the plant. An analysis of variance showed a significant difference among treatments for the variable of wilt incidence. The control treatment had the largest number of sick plants, (17.86%), followed by Captan (13.94%), while the treatment with the lowest incidence was Cercobin (7.83%). There was no significant interaction with furrow height. There was also a significant difference among treatments for the area under the curve of the progression of the disease, though there was no significant interaction between furrow height and treatment. The largest area was in the control

treatment, followed by Captan, while Cercobin had the smallest area, indicating that the behavior of the disease over time was different. On the other hand, while there was no significant difference among treatments or in interaction with furrow height, Cercobin combined with a 40 cm furrow height yielded better flower quality (increased floral spike length and number of flowers) and decreased disease incidence, compared to the 30 cm furrow height, which presented a larger number of sick plants.

I.INTRODUCCIÓN

La floricultura es una actividad agrícola de importancia económica, debido a que existe una gran tendencia por el consumo de plantas ornamentales. A nivel mundial, México, ocupa el quinto lugar en superficie cultivada con flores después de Japón, Italia, Holanda y Estados Unidos. De forma anual, en nuestro país se ha incrementado el gusto por las flores de corte, los follajes y las plantas de ornato. En particular la flor de gladiola ha elevado su demanda, ya que se usa para eventos sociales y religiosos; se ubica entre las tres flores de corte más cultivadas, después del crisantemo y el clavel (SAGARPA, 2012).

En México, se destinan alrededor de 21,970 hectáreas a la producción de cultivos ornamentales, de las cuales el 52% son cultivadas para la producción de flores y follajes de corte. Los principales estados productores de ornamentales son: Estado de México (53%), Puebla (23%), Sinaloa (11%), Baja California (4%) y Guerrero (3%) (SAGARPA, 2014).

La gladiola es producida en una superficie de 4,463 hectáreas con un volumen anual de 4.6 millones de gruesas; las principales entidades productoras son Puebla, con 1.9 millones de gruesas, y el Estado de México con 1.4 millones de gruesas, en conjunto, ambos estados aportan el 74% de la producción nacional (SAGARPA, 2017).

En el Estado de México se sembraron alrededor de 1,141 ha de gladiola en el 2017 (SIAP, 2017). Últimamente se han vuelto muy importantes otros municipios de la entidad, como Valle de Bravo, Texcoco, Zumpango y Villa de Allende, pero su producción no representa más del 5% de la Estatal, (SAGARPA, 2017), aunque la mayor producción se concentra en Coatepec harinas, Tenancingo y Villa Guerrero.

El cultivo de gladiolo requiere de rotaciones periódicas de suelo en las diferentes áreas en donde se desarrolla, debido principalmente al serio problema de diseminación de

enfermedades fungosas persistentes que quedan en el suelo después de su cultivo, como aquellas ocasionadas por hongos de los géneros *Stromatinia gladioli* y *Fusarium oxysporum* (Woltz y Magie. (1977) citado por Gutiérrez, 2014).

La diseminación de enfermedades es principalmente por los cormos, ya que un solo cormo utilizado durante varias generaciones, produce en cada ciclo decenas de cormillos, muchos de los cuales se quedan en el suelo y otros pasan a formar parte del material que se empleará en sucesivas plantaciones (Woltz *et al.*, 1977). De tal forma, que, si un solo cormo se encuentra enfermo o se ha cultivado en un suelo infestado, es suficiente para asegurar que las plantas y el suelo nuevo queden contaminados con la enfermedad. La pudrición del cormo, de la raíz y el marchitamiento vascular de la planta asociados a *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli* W.C. Snyder & H.N. Hansen 1940, es considerado el patógeno más importante de este cultivo, tanto para la producción de flor, como para la obtención de cormos (Woltz *et al.*, 1997) citado por Gutiérrez, 2014)).

En las condiciones actuales de producción comercial de gladiolo, solo es posible plantar una vez (o dos en el mejor de los casos) en el mismo terreno y esperar de seis a ocho años para volver a cultivar en éste, sin el riesgo de tener problemas fitosanitarios fuertes (Woltz *et al.*, 1977). En algunos casos ha sido posible disminuir la enfermedad causada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli*, al incorporar suficiente cal al suelo para mantener valores de pH entre 6.5 a 7.0. Se ha evaluado que una fertilización nitrogenada en forma de nitratos (90%) y amoniacal (10%) permite un mejor control de la enfermedad. Por otra parte, una alta fertilización nitrogenada favorece la pudrición del bulbo (Woltz *et al.*, 1977).

II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de la altura de surco en combinación con cuatro fungicidas para el control de la marchitez y pudrición del cormo por *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli* en el cultivo de gladiolo, en Cieneguillas de Guadalupe, Almoloya de Juárez, Estado de México.

2.2 Objetivos Particulares

1. Evaluar el efecto de dos alturas de surco y cuatro fungicidas en el manejo de la marchitez y pudrición del cormo del gladiolo por *F. oxysporum* f.sp. *gladioli*.
2. Determinar la incidencia y área bajo la curva de la enfermedad en cada tratamiento.
3. Determinar la interacción entre la altura de surco y la aplicación de fungicidas en el control de la enfermedad y en la calidad final de flor.

2.3. Hipótesis

Al menos una altura de surco en combinación con un fungicida disminuye la incidencia y los daños de la marchitez (*Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli*) e incrementan la calidad de la flor de gladiolo.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Antecedentes históricos

El género *Gladiolus* se identificó hace más de 2,000 años creciendo en los campos de la cuenca mediterránea, Asia menor y África austral. Ya se cultivaba en la época de los griegos y de los romanos y le llamaron “lirios de maíz “(Larson, 1988; Tapia, 1982; Infoagro, 2009).

Comprende 180 especies nativas de África, Madagascar, Europa, Arabia y oeste de Asia donde el gladiolo crece espontáneamente, aunque la mayor parte son de origen africano. Las especies europeas fueron cultivadas cuando menos hace 500 años; la utilización de gladiolo como flor de corte en Norteamérica se desarrolló a partir de los híbridos de Sauchet, y fue en 1870 que hasta 10,000 espigas fueron enviadas de los campos locales de Nueva York (Larson, 1988; Tapia, 1982; Infoagro, 2009).

Leszczyńska y Borys, (1994) mencionan que la introducción del gladiolo a México fue probablemente a finales del siglo XIX, aunque no hay criterios que especifiquen la fecha exacta de la introducción en nuestro país. Así mismo señalan que pudo ser en la década de los 70 del siglo XX con la introducción de nuevas y mejores variedades, sobre todo en Holanda. Debido a la consideración optimista de su exportación a los Estados Unidos. En México la gladiola, se ha cultivado cada año con mayor intensidad en el estado de México, Michoacán, Puebla, Morelos y actualmente se promueve su cultivo en otros estados.

3.2 Origen

Hasta el momento existen más de 250 especies botánicas pertenecen al género *Gladiolus*, su principal centro de origen se encuentra en el continente africano, destacándose la ciudad de El Cabo con 25 especies, Natal con 4, África del Sur con 4 y África Tropical con 2;

asimismo existen especies originarias de la cuenca del mar Mediterráneo, la Península Balcánica y Asia Menor (Leszczyńska y Borys, 1994).

3.3 Importancia económica y distribución

A nivel mundial el cultivo de gladiolo es muy importante, después del clavel y la rosa es la flor más cultivada, en los últimos 10 años la superficie destinada a este cultivo se ha incrementado en un 305 % debido al aumento en las zonas tradicionales y a la expansión del cultivar. Holanda cuenta aproximadamente con 1,400 hectáreas (Infoagro, 2018).

México ocupa a nivel mundial el quinto lugar en superficie cultivada con flores después de Japón, Italia, Holanda y Estados Unidos. En nuestro país se ha incrementado el gusto por las flores de corte, los follajes y las plantas de ornato, en particular, la flor del gladiolo ha elevado su demanda, ya que se utiliza para eventos sociales y religiosos, se ubica entre las tres plantas ornamentales de corte más cultivadas, después el crisantemo y el clavel (SAGARPA, 2012).

3.4 Clasificación taxonómica y morfología

Reino: Vegetal

División: Tracheophyta

Clase: Angiospermae

Subclase: Monocotiledónea

Orden: Liliales

Familia: Iridaceae

Tribu: Ixieae

Género: *Gladiolus*

Especie: *Gladiolus* spp.

Nombre común: gladiolo o gladiola (Catalogue for Life, 2018)

El género *Gladiolus* pertenece a la clase Monocotiledoneae, los gladiolos (*Gladiolus x hybridus*, *G x hortulanus*, *G. x grandiflorus*) pertenece la familia Iridaceae siendo plantas herbáceas que se desarrollan a partir de un tallo subterráneo llamado cormo (Verdeguer, 1981).

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 multitud de “cormillos” (o semilla, como la llama el productor) (Vidalie, 1992).

Hojas: las hojas son alargadas, paralelinervias y lanceoladas están cubiertas 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 (Vidalie, 1992).

Flores: tallo floral generalmente al final del tallo. La inflorescencia es una espiga larga con 12-20 flores (Vidalie, 1992).

Las flores son bisexuales, sésiles cada una rodeada de una bráctea y una bractéola. Perianto simétrico bilateralmente, tubular o infundibuliforme, con 6 lóbulos algo desiguales,

Androceo con res estambres naciendo el tubo del perianto y estilo trifido en el ápice (Vidalie, 1992).

Cormo: Órgano de reserva de origen caulinar en orientación vertical, de estructura sólida forma redondeada algo achatada con el ápice de crecimiento en el centro de la zona superior que normalmente esta algo deprimida. Puede durar uno o varios años renovándose sobre el cormo anterior, cuyos restos permanecen en la base del nuevo. Esta estructura está

formada por varios nudos de cuyas yemas axilares se forman nuevos cormos (Vidalie,1992).

3.5 Requerimientos climáticos

Temperatura. Tratamiento de plantación: 20 °C – 25 °C por 1 a 2 semanas previas a la plantación para inducir el desarrollo de raíces. Respecto a la temperatura ambiental, las temperaturas óptimas para su desarrollo son de 10-15 °C por la noche y de 20-25 °C por el día. La formación del tallo floral tiene lugar desde los 12 °C hasta los 22 °C. Al contrario de lo que ocurre en el tulipán, la inducción y la diferenciación floral se produce después de la plantación de los bulbos, 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 (Manual de Floricultura cultivo de gladiolo PESA, 2012).

La temperatura mínima biológica (cero de vegetación) es de 5-6 °C. La temperatura ideal del suelo es de 10-12 °C, las superiores a 30 °C son perjudiciales para esta planta, para el almacenaje de los cormos: 3 °C– 4 °C (Manual de Floricultura cultivo de gladiolo PESA, 2012).

Luz. El gladiolo es una planta heliófila (Amante del sol), especial cuidado se debe tener con el periodo crítico, que es el denominado de iniciación floral. Este inicia con la aparición visible la tercera hoja en la planta y termina con la hoja siete. Se debe cuidar que, si hay días nublados, de ser posible, adicionar luz. Si las deficiencias de luz se dan al inicio del período, el aborto será total, pero si ocurre durante la quinta hasta séptima hoja, la vara tendrá pocas flores.

El gladiolo florece muy bien cuando los días son mayores de 12 horas (fotoperiodo de día largo por lo que requiere bastante luminosidad); si ésta es insuficiente, es decir: menor a 1,000 joule/ m²/ día, por pocos días, las plantas se quedan ciegas y no florecen, por lo que hay que aportar luz artificial. Esto también debe cuidarse porque en zonas con muy alta luminosidad, las varas florales quedan firmes, rígidas con muchas flores, pero cortas de tallo (Manual de Floricultura cultivo de gladiolo PESA, 2012).

Humedad relativa. La humedad ambiental deberá estar comprendida entre el 60-70%, humedad inferior al 50% provoca que el crecimiento sea más lento, y favorecen el desarrollo de la plaga araña roja (*Tetranychus urticae* Koch). Un exceso de humedad produce alargamiento en la planta y provoca pudrición en el cormo. Por lo que el manejo adecuado de este factor garantiza el desarrollo óptimo de la planta (Gutiérrez, 2014).

3.6 Requerimiento de suelo y agua

Suelo. El tipo de suelo ideal para la plantación del gladiolo es ligero y bien drenado; para cosechas tempranas o tardías. Las gladiolas toleran una amplia gama de texturas de suelos, desde arenas a arcillas, suelos arenosos de muy buen drenaje, están sujetos a deficiencia hídrica (Salinger, 1991).

Los suelos arcillosos retienen más humedad, pero el alzado de los cormos es más fácil y es más probable el dejar los pequeños cormos en el suelo. Los suelos orgánicos pueden producir espigas florales largas y fuertes. Los suelos francos o francos-arenosos son ideales tanto para la producción de flores como de cormos (Salinger, 1991).

En general, se requieren suelos que tengan una buena estructura y un buen drenaje. Se necesitará contar con un análisis de suelo para determinar el pH, el contenido de sal y el nivel de nutrientes. El pH deberá ser entre 6.5 y 7, si es menor hay que encalar y utilizar fertilizantes adecuados. En suelos calizos y ácidos tendremos clorosis todos los días (Manual de Floricultura cultivo de gladiolo PESA, 2012).

La cal y la materia orgánica le van muy bien, siempre que esta última esté en estado humificado. Importante será vigilar el contenido de potasio, pues la planta consume gran cantidad de este nutrimento (Manual de Floricultura cultivo de gladiolo PESA, 2012).

Especial cuidado requiere el contenido de sales en el suelo, conductividades eléctricas mayores a 4 son perjudiciales al gladiolo (Manual de Floricultura cultivo de gladiolo PESA, 2012).

Agua. El gladiolo necesita un afluyente seguro de agua. Los excesos, sobre todo si el terreno no cuenta con un buen drenaje, perjudican el cormo. Los períodos críticos en cuanto a necesidades de agua se producen en el momento de la plantación de los cormos, para facilitar el enraizamiento, y el período que va desde la formación de la tercera hoja hasta que aparece la séptima. La cantidad de agua para los riegos depende del tipo de suelo, del clima y de la fase de desarrollo de la planta (Manual de Floricultura cultivo de gladiolo PESA, 2012).

Riego. Es un cultivo que requiere bastante humedad en el suelo, sin embargo, hay que cuidar que ésta no sea excesiva. Cuando la planta está en el segundo par de hojas es donde tiene mayor necesidad de que esté regulado el suministro de agua para que genere una vara de buena calidad. Al haber déficit puede abortar o mal formarse por escasez de humedad en

el suelo. Siempre es necesario hacer un riego de presiembra e inmediatamente después de plantados. El sistema más adecuado es un riego localizado por cintas para no mojar el follaje. Pueden emplearse tres sistemas de riego: por gravedad, aspersión y goteo. El riego por aspersión es el preferido para grandes extensiones; aunque favorece la aparición de enfermedades. El riego por gravedad es el que requiere menor costo de instalación si el terreno está nivelado. El suelo se debe mantener constantemente fresco, siguiendo la cadena de riego. Cada 4-5 días, especialmente a partir de la formación de la inflorescencia (en la cuarta hoja). La floración tiene lugar en 120 días o en 150 días (Manual de Floricultura cultivo de gladiolo PESA, 2012).

3.7 Descripción del proceso de producción

Épocas de plantación. Las plantaciones se realizan de marzo a mayo, teniendo lugar de floración unos 90 a 100 días más tarde, las plantaciones se pueden hacer también en otras épocas, utilizando protección de semillas con coberturas de un plástico y la ayuda de un calentador anti helada (Miranda, 1975).

Las plantaciones de noviembre-diciembre darán flor en marzo-abril, la de enero-febrero en abril-mayo y la de julio-agosto permitirán la recolección en octubre-diciembre. Las plantaciones de septiembre-octubre no son aconsejables, pues la planta sufre de falta de luz y la floración es defectuosa, (Miranda, 1975) aunque tiene mayor demanda la flor para celebración de día de muertos y festividad de 10 de mayo, día del papa y el 12 de diciembre.

Preparación del terreno. Antes de roturar el suelo debe adicionarse la materia orgánica para que esta se mezcle muy bien con el suelo. Se deberá contar con los análisis del suelo,

en los que se estudiarán los resultados relativos al pH y a la concentración de sales gladiolo (Infoagro, 2018). Se realiza una labor de fondo a una profundidad de unos 30 o 40 cm. Se deja el suelo bien suelto y mullido para proceder a su desinfestación (Infoagro, 2018).

Desinfestación del suelo. Aunque se aplique la rotación de cultivos, es necesario desinfestar el suelo porque existen muchas especies parásitas polífagas, como *Fusarium oxysporum*, al que el gladiolo es muy sensible. El suelo se esteriliza mediante el uso de plaguicidas, para minimizar los efectos de las plagas y enfermedades, principalmente las originadas por bacterias gladiolo (Manual de Floricultura cultivo de gladiolo PESA, 2012) y otros hongos.

Formación de surcos o melgas

Para los de hilera simple se hacen surcos con 70 cm de distancia entre ellos. Los cormos se dispondrán en distancias de 10 cm entre ellos (Manual de Floricultura cultivo de gladiolo PESA, 2012).

Para hilera doble los surcos son más anchos y las distancias entre ellos también. Regularmente un surco es de 30 de ancho y la separación entre ambos es de 80 cm. En ambos casos se obtiene una densidad de siembra de 200 000, plantas por ha (Manual de Floricultura cultivo de gladiolo PESA, 2012).

También se construyen pequeñas melgas de 90 cm de ancho hasta 1.80 m donde se disponen cada 10 a 15 cm un cormo en marco real y una separación de 60 cm. Con este método se tienen densidades hasta de 500 mil plantas por ha (Manual de Floricultura cultivo de gladiolo PESA, 2012). En general, no existen propuestas de manejo que hagan referencia a la altura del surco.

Densidad de plantación. Las densidades menores a 200,000 cormos por ha no aprovechan el espacio y mayores de 300 mil corren riesgo de tener problemas con competencia de luminosidad. La densidad de plantación depende del tamaño de los cormos, de la época de plantación y de las características de la variedad (Manual de Floricultura cultivo de gladiolo PESA, 2012).

Las densidades muy altas afectan el crecimiento de la planta y de la espiga. Normalmente, en cultivo al aire libre se utilizan densidades de plantación menores que en el caso de cultivos en invernadero. Con cormos más pequeños, mayor puede ser la densidad de plantación. Las plantaciones al aire libre tienen una distancia entre plantas de 10-15 cm y los surcos de 70 cm.

La profundidad de plantación depende del tipo de suelo y del momento de cultivo. En general, se planta a menos profundidad en suelos pesados que en suelos ligeros. Si se planta en primavera, se recomienda una profundidad de siembra de 7-10 cm, para asegurar una mayor resistencia al viento y para evitar que las plantas se caigan en la floración. Durante el verano conviene plantar con algo más de profundidad (10-15 cm) para evitar enfermedades debidas a la elevada temperatura del terreno en sus primeros estratos (Manual de Floricultura cultivo de gladiolo PESA, 2012).

Preparación de los cormos. Tiene por objeto, después de la plantación, el permitir una aparición más rápida y regular, y un mejor crecimiento. Los cormos son conservados a temperaturas medias (10-15 °C) o más bajas (un mes a 5 °C), y cinco o seis semanas antes de la plantación son colocados en las siguientes condiciones: Temperatura superior a 20 °C. Humedad relativa del orden del 80% (Manual de Floricultura cultivo de gladiolo PESA, 2012).

Profundidad de plantación. De acuerdo a la época de plantación puede variar entre 8 a 12 cm de profundidad, aumentándola en los períodos de mayores temperaturas. También en suelos más livianos (arenosos) la profundidad es mayor que en suelos más arcillosos (Miranda, 1975).

3.8. Fertilización

El exceso de nitrógeno provoca el mismo efecto que la falta de luz, una gran cantidad de follaje verde, pero una falta de floración. Pero si falta, las flores son pequeñas, pocas flores y de inmediato una clorosis que las hojas son de color pálido amarillento (Miranda, 1975).

200 kg/ha de nitrato de amonio permitan alcanzar plantas los 30 cm de altura; 200 kg/ha de nitrato potásico poco antes de aparecer la espiga floral y 100 kg/ha de nitrato amónico poco después de aparecer esta, permiten obtener excelentes variedades de calidad (Miranda, 1975).

Cuando falta fósforo en la planta, las flores son más delgadas de lo normal y las hojas una tonalidad púrpura. La falta de potasio causa reducción en el número de yemas florales, acortamiento del tallo de la flor, retardo de la floración, amarilla miento general en las hojas viejas (Larson, 1988).

Los nutrientes secundarios, tales como el calcio, magnesio, hierro y boro pueden ser aplicados en forma de pequeños fragmentos como elementos menores durante la preparación del suelo (Larson, 1988).

3.9. Control de maleza

Generalmente, si se ha limpiado el suelo antes de la plantación, no hace falta luchar contra las malas hierbas, ya que los desinfectantes tienen acción herbicida, el control de maleza debe ser manual con ayuda del azadón (Manual de Floricultura cultivo de gladiolo PESA, 2012).

Tutorado

Se utilizan mallas de alambrada metálica o con líneas de hilos en el caso de disponerse la siembra en filas dobles que sujetan las plantas; pues la mayoría de los gladiolos de la especie *glandiflorus* necesitan tutores (Manual de Floricultura cultivo de gladiolo PESA, 2012).

3.10 Plagas y su control

Varios organismos parásitos causan problemas durante el cultivo y en poscosecha de la gladiola. Los más comunes son: trips, áfidos y nematodos. Algunos atacan solamente la parte superior o inferior y otras ambas partes de la planta incluyendo los cormos durante el almacenamiento (Miranda, 1975).

Trips (*Thrips simplex*). Se trata de un insecto chupador que pica las hojas y las flores donde provoca la decoloración, daña tanto la parte superior (botones, flores y hojas) como los cormos. En las hojas y las flores aparecen manchas blancas; las cuales posteriormente

se secan. Los tratamientos serán frecuentes en verano cada 3 o 4 días y más espaciado el resto del año cada 15 días. Los bulbos deberán tratarse con insecticida antes de su conservación en el almacén o cámaras frigoríficas (Miranda, 1975).

Pulgón (*Myzus persicae*). Puede atacar el gladiolo a partir de la primavera su control se realiza a base de insecticidas sistémicos (Miranda, 1975).

Gallina ciega (*Phyllophaga spp.*). Este coleóptero pertenece a la familia Melolonthidae, las larvas se alimentan de la raíz provocando su destrucción y consecuencias en amarillamiento y la muerte de la planta (Infoagro, 2018). La gallina ciega (*Phyllophaga. spp*) se controla con Terbufos 15%G en dosis de 7 kg/ha o Carbofuran en dosis de 7% 20 kg/ha (ICAMEX, 2018).

3.11 Enfermedades y su control

Tizón foliar o moho gris (*Botrytis gladiolorum*). Es el patógeno que da lugar a la enfermedad conocida como tizón o moho gris del gladiolo, causa principal de pudriciones en cormos almacenados y en el cuello de la planta, así como la presencia de manchas en hojas y flores (SAGARPA, 2005).

Su control es con rotaciones de cultivos durante cinco años o más, secado rápido de los cormos encañados de los suelos, uso de fertilizantes a base de nitratos (Infoagro, 2018). En un estudio se indica que el uso de extracto de vid silvestre controla la enfermedad (López 2018).

Entre los ingredientes activos sintéticos para el control de la marchitez está el procloraz con actividad fungicida preventivo, curativo y erradicante. No es propiamente un fungicida sistémico, pero muestra cierta acción tras laminar, algunas de las enfermedades que

controla son ocasionadas por *Botryotia fuckeliana*, *Fusarium* spp. Entre algunas otras se recomienda para ornamentales 0.75 ml. L⁻¹ (Agroquímicos de México, 2018).

Cercobin es un fungicida sistémico, su presentación es en forma de polvo humectable para aplicar en aspersión al suelo. Resulta eficaz en el control preventivo y, hasta la aparición de los primeros síntomas, es curativo de diversas enfermedades producidas por hongos endoparásitos y ectoparásitos. Se recomiendan dosis de 0.7-1.0 Kg/ha, se utiliza de forma preventiva cada 20-28 días (Agroquímicos de México, 2018)

Pudrición seca del tallo (*Stromatinia gladioli*). Los síntomas se manifiestan sobre las hojas como amarilla miento, a continuación, se produce la podredumbre de la base del tallo. Esta enfermedad se conserva mucho tiempo en el suelo, es más severa cuando el suelo es frío y húmedo o cuando el crecimiento de la planta es lento (Salinger,1991).

Sobre los cormos da lugar a 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 (Salinger,1991). Se recomienda la rotación de cultivos durante cinco años o más, secado rápido de los cormos, encalado de los suelos y uso de fertilizantes a base de nitratos (Infoagro, 2018).

También se recomienda el uso de procloraz con actividad fungicida preventivo, curativo y erradicante. No es propiamente un fungicida sistémico, pero muestra cierta acción tras laminar, se recomienda en dosis de 0.75 ml. L⁻¹ (Agroquímicos de México, 2018).

Virosis. Alrededor de quince virus son capaces de infectar al gladiolo, aunque su importancia económica es muy variable. De hecho, solamente dos (BYMV y CMV), son

responsables de las decoloraciones foliares y florales (Manual de Floricultura cultivo de gladiolo PESA, 2012).

Virus del mosaico amarillo del frijol (Bean Yellow Mosaic Virus, BYMV). Los síntomas de este virus son claramente visibles en las hojas de las plantas jóvenes desde el comienzo de la vegetación y se manifiestan por manchas decoloradas alargadas paralelamente a las nervaduras. Más o menos pronunciadas, según cultivares, afectan no solo al follaje sino también al escapo y las brácteas florales. Posteriormente, dichos síntomas se difuminan e incluso, pueden desaparecer (Infojardin, 2018).

Virus del mosaico del pepino (CMV). Los síntomas son visibles principalmente como erupciones irregulares en las flores y como pequeñas manchas marrones irregulares sobre las hojas, existen muchos cultivares infectados que aun crecen y reproducen satisfactoriamente (Salinger,1991).

3.12 Manejo de la marchitez y pudrición del cormo (*Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli*)

Importancia.

Fusarium oxysporum.f.sp. *gladioli* es un género de hongo que produce marchitamiento, ocasiona enfermedades graves y de amplia distribución, ataca a varias especies de cultivos importantes (Hernández, 2010).

F. oxysporum produce marchitamiento vascular principalmente en flores y hortalizas anuales, plantas herbáceas perenes de ornato. Actualmente en la producción comercial de gladiolas, solo es posible sembrar una vez (o dos en el mejor de los casos) este cultivo en el

mismo terreno y esperar de seis a ocho años para volver a cultivarlas en el mismo lugar, sin el riego de tener problemas fitopatológicos fuertes. En algunos casos, ha sido posible disminuir la enfermedad al incorporar suficiente cal al suelo para mantener valores de pH entre 6.5 a 7.0. Además, se ha evaluado que una fertilización nitrogenada en forma de nitratos permite un mejor control de la enfermedad. Sin embargo, una alta fertilización nitrogenada favorece la pudrición seca del cormo (Hernández, 2010).

Síntomas. 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 amarillamiento, que reduce el número de flores. Los síntomas son muy variados, desde bulbos totalmente modificados, bulbos que debajo de las escamas muestran pequeñas manchas con desecaciones vasculares y pequeñas cavidades donde se forman las esporas, hasta desarrollar cormos con podredumbre (Miranda, 1975).

Clasificación taxonómica del hongo. Según el Catalogue of Life (2018), la ubicación taxonómica del hongo patógeno es la siguiente:

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Orden: Hypocreales

Familia: Nectriaceae

Género: *Fusarium*

Especie: *oxysporum*

Condiciones que favorecen la enfermedad. La temperatura óptima para su desarrollo es de 24 °C, pero evoluciona entre 4 y 35 °C. En los cultivos de verano, donde la temperatura se aproxima mucho al óptimo, el hongo destruye el bulbo antes de haber originado la espiga. En invierno la evolución es más lenta, e incluso en bulbos conservados a 4 °C se ha observado evolución del hongo, pero la cantidad y calidad se ven muy mermadas (Miranda, 1975).

Una forma eficaz de control es el espolvoreo de los cormos al momento de sacarlos del suelo y antes de la plantación con Maneb, Zineb, Captan, etc., o inmersión en disolución de los mismos fungicidas, durante una hora aproximadamente, pues la desinfestación de suelos no es eficaz contra esta enfermedad. El bulbo es el principal medio de la transmisión de *Fusarium* spp. El tratamiento con agua caliente a 50-57 °C durante 30 minutos es eficaz, pero puede causar daños físicos si no se regula bien la temperatura (Miranda, 1975).

Control químico

Entre los ingredientes activos de mayor uso en el control de la marchitez se encuentra el Captan 50; que es un fungicida agrícola de contacto que viene preparando para diluirse en el agua necesaria para asperjar la dosis, las enfermedades que controla son la fusariosis o pudrición radical (*Fusarium* spp.), *botrytis*, *rizoctonia*, mildium, mancha ocre, roya, antacrosis entre otras enfermedades. Se recomienda 40g por 10 L de agua (Agroquímicos de México, 2018).

Procloraz: Es un fungicida preventivo, curativo y erradicante. No es propiamente un fungicida sistémico, pero muestra cierta acción tras laminar, algunas de las enfermedades que controla son *Botryotia fuckeliana*, *Fusarium* spp, entre algunas otras. Se recomiendan dosis de 0.35 ml por 10 L de agua para ornamentales (Agroquímicos de México, 2018).

Tecto 60: es un fungicida sistémico de amplio espectro que puede ser utilizado para tratamientos preventivos y/o curativos. Puede aplicarse como aspersión foliar antes de la cosecha o en tratamientos pos cosecha (Agroquímicos de México, 2018).

Cercobin: Es un fungicida sistémico presentado en forma de polvo humectable para aplicar en aspersión al suelo. Resulta eficaz en el control preventivo y, hasta la aparición de los primeros síntomas, curativo de diversas enfermedades producidas por hongos endoparásitos y ectoparásitos. Las enfermedades que controla son las ocasionadas por *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, entre otras. Se recomienda dosis de 0.7-1.0 Kg/Ha, además de hacer tratamientos preventivos cada 20-28 días (Agroquímicos de México, 2018).

3.13 Área bajo la curva del progreso de la enfermedad

El área bajo la curva del progreso de enfermedad mide la intensidad de la enfermedad en el tiempo, por comparación durante años, sitios o estrategias de manejos de alguna enfermedad. El método trapezoidal es el más usado para estimar la AUDPC, y consiste en discretizar la variable tiempo (horas, días, semanas, meses o años) y calcular el promedio de la severidad entre cada par de puntos adyacentes (Lozano, 2017).

Se pueden considerar los puntos de muestreo en una secuencia $\{t_i\}$, donde el intervalo de tiempo entre dos puntos puede ser constante o variar y, también tiene asociado una medida del nivel de enfermedad $\{y_i\}$. Definamos $(y(0) = y_0)$ como el nivel inicial de infección o enfermedad en $(t=0)$ (la primera medición de severidad en nuestro estudio). $(A(t_k))$, la AUDPC en $(t=t_k)$, es la enfermedad total acumulada hasta $(t=t_k)$, dada por:

$$A_k = \sum_{i=1}^{N_i-1} \frac{(y_i + y_{i+1})}{2} (t_{i+1} - t_i)$$

DONDE:

A_k = ABCPE

t_i : Intervalo de tiempo entre las fechas de muestreo

y_i : Representa el nivel de la enfermedad

n : Es el número total de lecturas o fechas de muestreo

k : Enfermedad determinada en una fecha de muestreo (t)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del área de estudio

El experimento se desarrolló durante el ciclo agrícola primavera-verano 2018, en la localidad de Cieneguillas de Guadalupe, Municipio de Almoloya de Juárez, Estado de México. Este se caracteriza por tener una temperatura media de 12.5°C, una temperatura máxima extrema de 27.1°C y una mínima de 3.8°C. Los suelos son de tipo vertisol, andosol y feozem. El suelo donde se estableció el cultivo es de textura arcillosa- mediamente arenosa. Se localiza entre las coordenadas 90°14'20" y 19°33'01" latitud norte y 99°42 'y 99°56'13" longitud oeste (Figura 1). Almoloya de Juárez colinda con seis municipios: al norte con San Felipe del Progreso e Ixtlahuaca, al sur con Zinacantepec, al este con Toluca y Temoaya, y al oeste con Villa Victoria y Amanalco de Becerra (INAFED, 2018).



Figura 1. Localización geográfica del sitio experimental (Google Earth, 2018).

4.2 Material vegetativo

Para llevar a cabo el presente estudio se emplearon cormos de gladiolo variedad Roja Borrega calibre 8-10, procedentes de la localidad de San Nicolás, Municipio de Tenancingo, Estado de México. Es una de las variedades que tiene gran importancia en el mercado nacional, ya que se distingue por su mayor duración de días en florero, por su calidad y color de flor. También se usó una cepa nativa de *Fusarium oxysporum*, aislada de cormos infectados de cultivos comerciales de gladiolo originarios de La Finca, Villa Guerrero.

4.3 Preparación del terreno

Antes de la preparación del terreno se hizo un riego con bomba con motor de 5.5 H. P. y 2 pulgadas de salida (Figura 2a). La preparación del suelo se realizó con tractor John Deer modelo 2010 un mes antes de la siembra y consistió de un barbecho a 30 cm de profundidad con el fin de aflojar el suelo, airearlo y eliminar maleza de hoja ancha y pasto. Posteriormente, se hizo un paso de rastra cruzado, dos días después del barbecho y el mismo día se hizo el surcado (Figura 2b).

El surcado se llevó a cabo un día antes de la siembra y consistió en la formación de 20 surcos de 20 m de largo por 0.7 m de ancho; lo que representa 15 m de ancho de la parcela, ya que entre surco y surco se dejó un espacio de 0.5 m, la altura del surco fue de 0.30 y 0.40 m. Se tuvo cuidado de delimitar las dos alturas del surco como variable de estudio (Figura 3a y b).



Figura 2. Preparación del terreno: riego (a) y rastra (b), de la parcela experimental.

Siembra. La siembra se realizó en el mes de marzo del año 2018 (Figura 3c). Cada tratamiento experimental se conformó por 672 cormos de calibre 8-10. La distancia entre cormos fue de 10 cm. La siembra se realizó a profundidad de 7-10 cm para asegurar una mayor resistencia al viento y para evitar que las plantas se caigan durante la floración (Figura 3 d).

Fertilización. Se hicieron tres fertilizaciones con triple 16 (N16-P16-K16), la primera cuando la planta presentó la segunda hoja verdadera, la segunda en cuarta hoja y la tercera en sexta hoja. También se hizo una fertilización foliar de Axe-rot (Nitrógeno 8.46, Fosforo 8.46, Potasio 8.46, Auxinas 3000 ppm, Ácido Fólico 500 ppm) (Figura 4a). El control de maleza se realizó de manera manual utilizando un azadón; se hicieron dos escardas con azadón, la primera a los 40 días después de la siembra y la segunda a los 20 días después de la primera (Figura 4b).

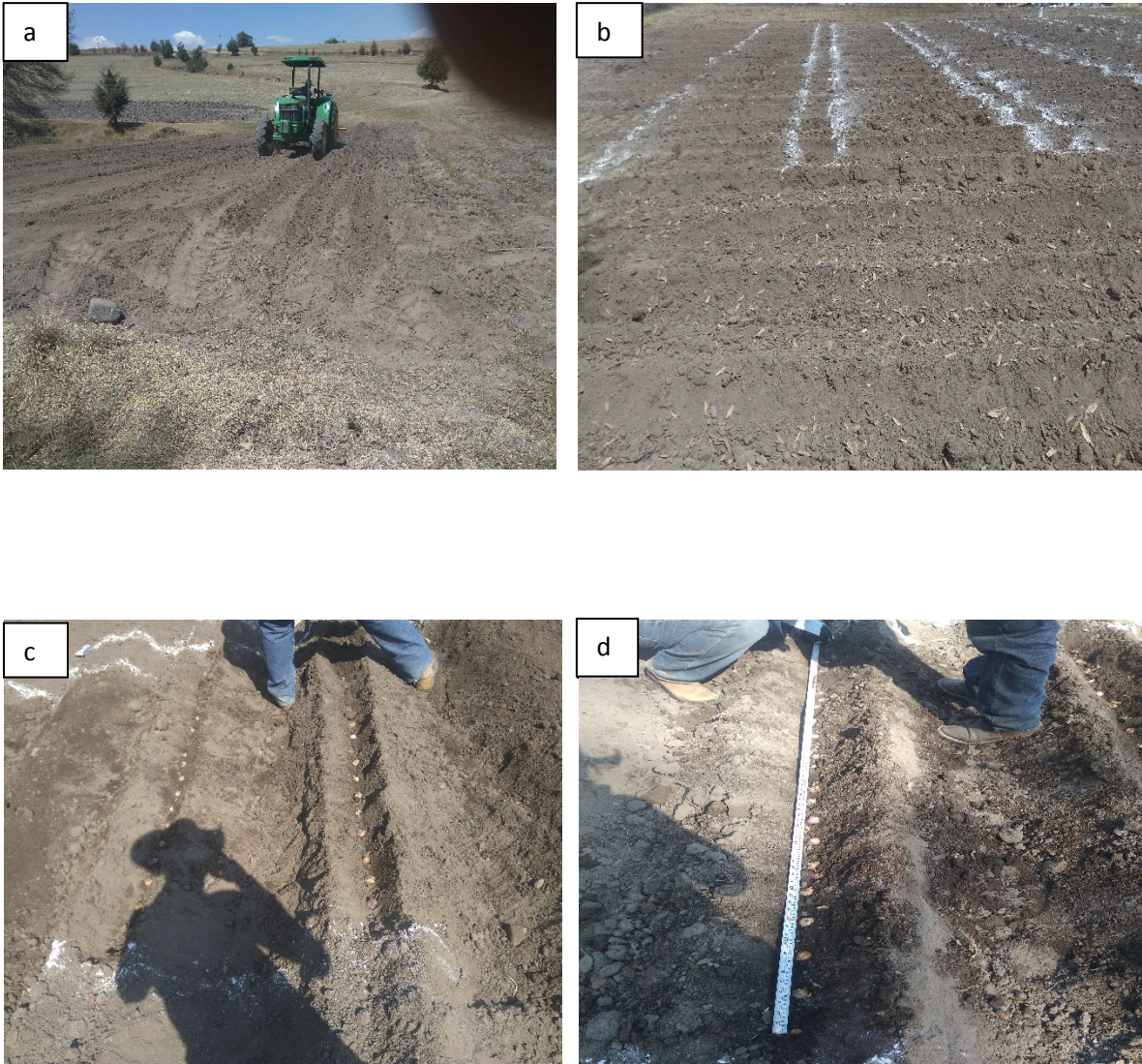


Figura 3. Realización de surcado (a), medición de lotes (b), siembra (c), distancia y profundidad de los cormos (d), de la parcela experimental.

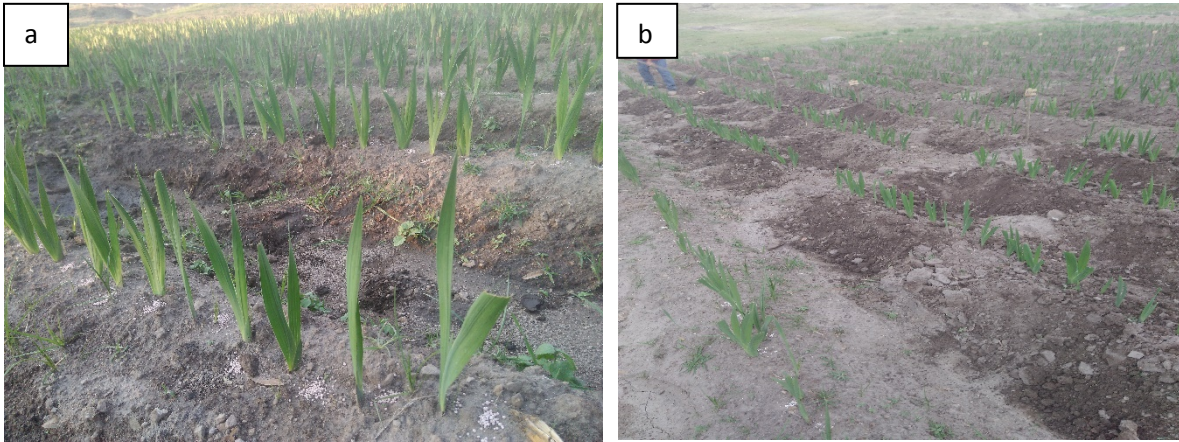


Figura 4. Fertilización (a) y escarda (b), de la parcela experimental.

4.4 Diseño experimental y tratamientos

El experimento se estableció bajo un diseño de parcelas divididas, la parcela grande estuvo representada por el factor altura de surco (30 y 40 cm), mientras que en la parcela chica se distribuyeron aleatoriamente cuatro tratamientos representados por los fungicidas y el testigo. La parcela experimental estuvo conformada por cuatro surcos de dos metros de largo, considerando a los dos surcos centrales como la parcela útil. Los tratamientos fungicidas que se utilizaron en el estudio se indican en el Cuadro 1. Cada dosis de fungicida contó con cuatro repeticiones. Se realizó la inmersión del cormo por 15 minutos más dos aplicaciones en drench al cuello de la planta (Figura 14). En el cuadro 2 se indican las características, descripción y momento de aplicación de cada fungicida.

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en el estudio y forma de aplicación de los fungicidas.

Altura del surco (cm)	Fungicidas	Aplicación
30 y 40	Testigo	→ Agua
	Captan 50	Inmersión de cormos por 15 minutos y drench a los 20, 40 y 90 días después de la siembra.
	Spotak	
	Cercobin	
	Tecto 60	

En el cuadro 2 se indican las características, descripción y momento de aplicación de cada tratamiento que se utilizó.

Cuadro 2. Descripción y aplicación de los tratamientos del experimento.

Trat.	Nombre Comercial	Modo de Acción	Ingrediente activo/ Grupo químico	Sitio de acción FRAC	Dosis	Momentos de Aplicación
1	Captan 50	Contacto	Captan Carboxamidas N-Triclorometiltio-4-ciclohexeno-1,2dicarboximida	M04 Efecto multisitio	250 g/ 100 L de agua	Pre siembra, siembra (inmersión de cormos), siembra cada 20, días después de la siembra.
2	Sportak	Sistémico	Procloraz Imidazoles N-propil-N-[2-(2,4,6-triclorofenoxi)etil]imidazol-1-carboxamida.	G1 C14-desmetilasa en la biosíntesis de esteroides (erg11 / cyp51)	250 ml/ 100 L de agua	Pre siembra (inmersión de cormos), siembra, cada 20 días después de la siembra.
3	Cercobin	Sistémico y de contacto	Tiofanato Metilico Benzimidazolez Dimetil4,4''-o-fenilenbis(3-tioalofanato)	B1 ensamblaje de β -tubulina en la mitosis	250 g /100 L de agua	Pre siembra(inmersión de cormos),, siembra, cada 20 días después de la siembra.
4	Tecto 60	Sistémico	Tiabendazol Benzimidazolez 2-(4-Tiazolil)-1H-benzimidazol	B1 ensamblaje de β -tubulina en la mitosis	60-100 g/100 L	Pre siembra(inmersión de cormos),, siembra, cada 20 días después de la siembra.

Lote 1 con Factor 1: altura del surco a 30 cm (Parcela grande):

Bloque 1	1	3	4	5	2
Bloque 2	4	1	2	3	5
Bloque 3	2	5	3	1	4
Bloque 4	5	4	1	2	3

(Tratamientos parcela
chica)

1= Testigo

2= Captan 50

3= Sportak

4= Cercobin

5= Tecto 60

Lote 2 con Factor 2: altura de surcos a 40 cm Parcela grande):

Bloque 1	1	3	4	5	2
Bloque 2	4	1	2	3	5
Bloque 3	2	5	3	1	4
Bloque 4	5	4	1	2	3

Tratamientos = 5

Repeticiones= 4

Factores= 2

Figura 5. Distribución de los tratamientos por cada altura del surco, bajo un diseño de parcelas divididas.

4.5 Variables de estudio por tratamiento

- 1) Días a germinación. Se determinaron cuando el 50% de la población alcanzo el mayor número de plantas germinadas, utilizando únicamente los dos surcos centrales de cada unidad experimental (Figura 6).
- 2) Altura de planta (cm). Con un flexómetro se midió la altura de 20 plantas seleccionadas de los dos surcos centrales de cada unidad experimental a los 20, 30, 45, 60, 75 y 90 DDS. Se consideró la altura comprendida desde la base del tallo hasta el ápice de la espiga floral; los valores se expresaron en cm (Figura 7).
- 3) Grosor de tallo (cm). Con un vernier se determinó el diámetro de la base del tallo de las 20 plantas tomadas al azar (Figura 8)
- 4) Incidencia de la enfermedad: Se determinó como el cociente que resulte de dividir el número de plantas afectadas, por el total de plantas de los dos surcos centrales de cada repetición multiplicada por 100 (Figura 9).
- 5) La curva de progreso de la enfermedad para cada tratamiento considerando incidencia de planta enferma a través del tiempo (Figura 16).
- 6) Altura de planta a corte (cm). Con un flexómetro se realizó la medición de la longitud del tallo, considerando la base de la planta hasta el ápice de la espiga floral. Se considerando 20 plantas tomadas al azar de cada de uno de los tratamientos (Figuras 10 y 11).
- 7) Tamaño de la espiga floral por tratamiento. Con un flexómetro se midió la longitud de la espiga formada en 20 plantas tomadas al zar, al momento del corte de cada uno de los tratamientos. Se expresó en centímetros (Figura 12).

8) Número de botones florales por tallo. Se contaron los botones desarrollados de 20 plantas tomadas al azar en cada uno de los tratamientos. Esta variable se terminó al momento del punto de corte de la planta (Figura 13).



Figura 6. Evaluación de la germinación al 50 % de la población.



Figura 7. Medición de altura de planta.



Figura 8. Medición del grosor del tallo.



Figura 9. Incidencia de la enfermedad.



Figura 10. Medición final de altura de planta.



Figura 11. Altura de planta a corte.



Figura 12. Tamaño de la espiga floral.



Figura 13. Numero de botones florales.



Figura 14. Aplicacion del fungicida al drench al cuello de la base.



Figura 15. Síntomas de presencia de *Fusarium oxysporum* f.sp. gladioli.

4.6 Análisis de datos

Los datos de las diferentes variables se analizaron con un análisis de varianza en el programa SAS (SAS Institute) Versión 9.0. En caso de existir diferencias significativas, se realizó la prueba de separación de medias con la Tukey $p \leq 0.05\%$.

4.7 Área bajo de la curva del progreso de la severidad/incidencia

Los valores de porcentaje de incidencia se transformaron con logaritmo inverso para obtener la homogeneidad de las varianzas. Los valores transformados se usaron para calcular el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) (Madden *et al.*, 2006) de cada unidad experimental a través del programa R (Bivand *et al.*, 2008; R Core Team, 2012) usando la librería *Agricolae*.

Los valores obtenidos de la curva del progreso de la severidad y/o incidencia se sometieron a un análisis de varianza para la comparación de epidemias entre tratamientos. El efecto de cada tratamiento de control se determinó por medio del análisis de varianza (ANOVA) usando PROC GLM (SAS System ver. 9.2 Cary, N. C. USA). La separación de medias se realizó con la prueba de Tukey α 0.05%.

V. RESULTADOS

Se observó que los fungicidas utilizados tuvieron un efecto en el crecimiento vegetativo y floral de gladiolo variedad Roja Borrega, así como la respuesta de incidencia de cada uno a la presencia de la enfermedad “marchitez” por *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli*, así como en el valor del área bajo la curva del progreso de la enfermedad, como a continuación se indica.

Es preciso indicar que, durante la evaluación de la marchitez, se encontró la presencia de *Stromatinia* spp. que se diferenció de *Fusarium* por la presencia de esclerocios en el cuello de la planta, así como un inmediato desprendimiento del tallo respecto al cormo. Para esta enfermedad se evaluó la incidencia y la curva del progreso.

5.1 Incidencia de marchitez de la planta

El análisis de varianza indicó la existencia de diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) para el factor fungicida, y no para el factor altura de surco (Cuadro 3). Sin embargo, en términos numéricos la incidencia final de plantas muertas por *Fusarium oxysporum* f.sp. fue mayor en altura de surco de 30 cm, en tanto que para *Stromatinia* spp. fue estadísticamente igual a 40 y 30 cm (Cuadro 4).

Cuadro 3. Significancia estadística de los valores de incidencia de la marchitez de planta (%) por *Fusarium oxysporum* f.sp. y *Stromatinia* spp. en gladiolo cv. Roja Borrega por efecto de dos alturas de surco y cuatro fungicidas.

F.V	G.L	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp.	<i>Stromatinia</i> spp.
Altura	1	1.70 ^{n.s.}	0.03 ^{n.s.}
Bloque	3	0.41 ^{n.s.}	1.72 ^{n.s.}
Altura bloque	3	0.51 ^{n.s.}	0.87 ^{n.s.}
Fungicida	4	3.36*	3.31*
Altura fungicida	4	0.46 ^{n.s.}	0.61 ^{n.s.}
Error	24		
Total	39		
C.V (%)		25.57	34.55

** Altamente significativo ($P \leq 0.01$); * Significativo ($P \leq 0.05$); ^{n.s.} No significativo

Con respecto al efecto que ejerció la altura de surco en la expresión de las enfermedades, se observó un efecto similar de las dos alturas de surco evaluadas en términos estadísticos; aunque en términos numéricos, la altura de surco a 40 cm presentó la menor incidencia de plantas con la marchitez por *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli*, mientras que en la altura de surco a 30 cm se presentó la menor incidencia de *Stromatinia* spp (Cuadro 4).

Cuadro 4. Valores promedio de incidencia (%) de marchitez de la planta gladiolo cv. Roja Borrega asociada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli* y *Stromatinia* spp. por efecto dos alturas de surco.

Altura de surco (cm)	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>gladioli</i> (%)	<i>Stromatina</i> spp. (%)
30	12.93	3.86
40	10.77	3.99

Respecto al efecto de los fungicidas en el control de la enfermedad, se determinó que la menor incidencia se presentó con el tratamiento a base de Cercobin seguido de Tecto 60 con 10% de diferencia respecto al testigo que fue el que presentó la mayor incidencia de plantas muertas por marchitez por *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli*. Respecto al efecto de cada fungicida contra *Stromatinia* spp., se determinó que Sportak fue el que menor incidencia presentó en planta dañada por este ensayo, seguido de Tecto 60, mientras que la mayor incidencia se presentó en el testigo sin control (Cuadro 5).

Cuadro 5. Separación de medias y valores promedio de incidencia (%) de marchitez en plantas de gladiolo cv. Roja Borrega ocasionado por *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli* y pudrición seca del tallo por *Stromatinia* spp. ante el efecto de cuatro fungicidas.

Fungicida	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>gladioli</i> (%)	<i>Stromatinia</i> spp. (%)
Testigo	17.86 a*	6.35
Captan	13.94 ab	3.62
Sportak	10.77 ab	2.69
Tecto 60	8.86 ab	3.36
Cercobin	7.83 b	3.61

* Valores de las medias en la columna con las mismas letras indican igualdad en términos estadísticos. Tukey ($\alpha = 0.05$).

5.2 Altura de planta

El análisis de varianza para la variable altura de planta de gladiolo, indicó la existencia de diferencias estadísticas significativa a 20 y 90, y DDS. Aunque en términos numéricos, las plantas desarrolladas en el surco de 40 cm de altura presentaron mayor tamaño respecto al que se desarrolló en las plantas a la altura de surco de 30 cm. Mientras que, el efecto de los fungicidas en esta variable solo mostró diferencia significativa a los 20 y 110 después de la siembra (DDS); en tanto que, en las demás fechas de muestreo no se presentó diferencia significativa del efecto de los fungicidas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Significancia estadística de los valores en altura de planta de gladiolo cv. Roja Borrega por efecto de dos alturas de surco y cuatro fungicidas.

F.V	G.L	Días después de la Siembra (DDS)						
		20	30	45	60	75	90	110
Altura	1	7.65**	0.70 ^{n.s.}	1.90 ^{n.s.}	1.24 ^{n.s.}	0.24 ^{n.s.}	9.89**	1.70 ^{n.s.}
Bloque	3	0.22 ^{n.s.}	3.36*	2.04 ^{n.s.}	3.93*	0.43 ^{n.s.}	0.02 ^{n.s.}	0.22 ^{n.s.}
Altura* Bloque	3	0.49 ^{n.s.}	0.62 ^{n.s.}	3.03*	5.45**	0.48 ^{n.s.}	0.46 ^{n.s.}	0.34 ^{n.s.}
Fungicida	4	6.73**	1.94 ^{n.s.}	1.40 ^{n.s.}	0.66 ^{n.s.}	1.72 ^{n.s.}	5.94 ^{n.s.}	7.63**
Altura* Fungicida	4	0.61 ^{n.s.}	0.67 ^{n.s.}	0.89 ^{n.s.}	0.33 ^{n.s.}	0.06 ^{n.s.}	0.26 ^{n.s.}	0.93 ^{n.s.}
Error	24							
Total	39							
C.V. (%)		19.68	14.35	9.59	5.21	3.56	2.89	2.46

** Altamente significativo ($P \leq 0.01$); * Significativo ($P \leq 0.05$); ^{n.s.} No significativo

La separación de medias indicó que las plantas desarrolladas en el surco de 40 cm, presentó mayor altura de planta a los 20 y 90 DDS siendo estadísticamente diferentes al valor medio desarrollado en el surco a los 30 cm; sin embargo, en las demás fechas de muestreo se presentó este mismo efecto en términos numéricos. Los valores obtenidos al final del ciclo pueden considerarse en la categoría de primera calidad en las dos alturas de surco evaluados.

Cuadro 7. Separación de medias y valores promedio para altura de planta (cm) de gladiolo cv. Roja Borrega en dos alturas de surco en diferentes fechas de evaluación.

ALTURA de surco (cm)	Días después de la siembra (DDS)						
	20	30	45	60	75	90	110
40	3.96 a*	14.81	27.41	36.68	53.53	62.86 a*	111.02
30	3.33 b	14.26	26.29	36.01	53.18	60.80 b	109.73

* Valores de las medias en la columna con las mismas letras indican igualdad en términos estadísticos. Tukey ($\alpha = 0.05$).

Respecto al efecto que ejercieron los fungicidas en la altura de planta, se determinó que el fungicida Captan, fue el que indujo una mayor altura a los 20 DDS y su efecto fue estadísticamente diferente al que ejerció Sportak que expresó el menor valor. Este mismo efecto se observó hasta los 60 DDS a pesar de carecer de diferencia estadística. Sin embargo, en las dos últimas fechas de muestreo, se determinó que, en términos numéricos Cercobin fue el que indujo una mayor altura de planta, característica deseable para el momento de corte de la espiga floral; mientras que, en el testigo presentó la menor altura de planta en la mayor parte de las fechas evaluadas (Cuadro 8).

Cuadro 8. Separación de medias y valores promedio en altura de planta (cm) que desarrollaron ante la presencia de cuatro fungicidas en las diferentes fechas de evaluación.

Fungicida	Días después de la siembra (DDS)						
	20	30	45	60	75	90	110
Cercobin	3.88 ab*	14.80	26.83	36.67	54.46 a*	63.18 a	114.43 a
Captan 50	4.36 a	15.93	27.57	36.74	54.19 a	63.14 a	110.89 ab
Tecto 60	3.24 ab	14.12	26.22	36.26	53.49 ab	62.06 a	110.45 ab
Sportak	2.72 b	13.12	25.44	35.43	52.45 bc	61.94 a	110.30 ab
Testigo	4.03 a	14.71	28.17	36.61	52.18 c	58.82 b	105.80 b

*Valores de las medias en la columna con las mismas letras indican igualdad en términos estadísticos. Tukey ($\alpha = 0.05$).

5.3 Grosor del tallo floral

El análisis de varianza indicó que para la fecha de evaluación a los 20 y 60 DDS se encontró diferencia altamente significativa para la altura del surco y diferencia altamente significativa para fungicidas únicamente para los 20 DDS, pero fue no significativa para las interacciones (Cuadro 1), así como en las demás fechas de muestreo. A los 45 DDS se determinó diferencia estadística significativa para el factor fungicida, mientras que a los 75 DDS se encuentra en el factor altura de surco y en su interacción con fungicida.

Cuadro 9. Significancia estadística de los valores del grosor de tallo de gladiolo cv. Roja Borrega por efecto de dos alturas de surco y diferentes fungicidas evaluados.

F.V.	G.L	Días Después de la Siembra (DDS)						
		20	30	45	60	75	90	120 Corte
Altura	1	15.48**	0.12 ^{n.s.}	1.68 ^{n.s.}	10.04**	2.96*	0.66 ^{n.s.}	0.39 ^{n.s.}
Bloque	3	1.65 ^{n.s.}	0.90 ^{n.s.}	7.57**	4.86*	3.60*	3.24*	0.45 ^{n.s.}
Altura* Bloque	3	1.41 ^{n.s.}	0.37 ^{n.s.}	0.11 ^{n.s.}	0.28 ^{n.s.}	1.93 ^{n.s.}	0.94 ^{n.s.}	0.45 ^{n.s.}
Fungicida	4	9.44**	0.95 ^{n.s.}	2.28*	0.48 ^{n.s.}	0.28 ^{n.s.}	0.48 ^{n.s.}	1.18 ^{n.s.}
Altura* Fungicida	4	1.51 ^{n.s.}	0.37 ^{n.s.}	1.44 ^{n.s.}	1.99 ^{n.s.}	2.47*	1.55 ^{n.s.}	0.70 ^{n.s.}
Error	24							
Total	39							
C.V. (%)		6.14	7.14	4.08	5.01	6.01	8.03	7.48

** Altamente significativo ($P \leq 0.01$); * Significativo ($P \leq 0.05$); ^{n.s.} No significativo

Respecto a la altura del surco, se encontró que los tallos de las plantas desarrollados a una altura de 40 cm originaron plantas de (0.06 mm) de mayor grosor con respecto a las desarrolladas a 30 cm. Este efecto se encontró en todas las fechas de muestreo. Sin embargo, únicamente a los 20, 45 y 60 DDS se encontraron diferencias significativas, en el resto de las fechas de evaluación no se encontró diferencia significativa. En términos numéricos la altura a 40 cm siempre presentó un grosor de tallo mayor que varió en 0.01 a 0.08 mm de diferencia, dependiendo la fecha de muestreo (Cuadro 10).

Cuadro 10. Separación de medias y valores promedio del grosor de tallo (cm) en dos alturas de surco en diferentes fechas de evaluación.

Altura de surco (cm)	Días después de la emergencia (DDE)						
	20 ^a	30	45	60	75	90	110
40	0.87 a*	1.46	1.99 a	2.44 a	2.66	2.70	2.28
30	0.81b	1.45	1.96 b	2.32 b	2.58	2.65	2.25

* Valores de las medias en la columna con las mismas letras indican igualdad en términos estadísticos. Tukey ($\alpha = 0.05$).

Respecto al efecto del fungicida en la expresión de grosor de tallo, únicamente a los 20 DDS presentó diferencia altamente significativa y significancia a los 45 DDS. La separación de medias indicó que el fungicida Captan en dosis de 250 g/100 L de agua, produjo el mayor diámetro de tallo, seguido de Cercobin en dosis de 250 g/ 100 L, mientras que en Sportak se determinó el menor diámetro de tallo. A los 45 DDS se determinó que Captan y Tecto 60 indujeron un mayor grosor de tallo con respecto a los demás tratamientos evaluados. Es preciso indicar que a partir de los 75 DDS, en términos numéricos, las plantas tratadas con Tecto 60 presentaron el menor grosor de tallo, mientras que las tratadas con Captan presentaron un mayor grosor al final del ciclo el cultivo (Cuadro 11).

Cuadro 11. Separación de medias y valores promedio del grosor de tallo (cm) de plantas de gladiolo cv. Roja Borrega con diferentes tratamientos de fungicidas contra *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli*.

Fungicida	Días Después de La Siembra (DDS)						
	20	30	45	60	75	90	110
Captan 50	0.88 a*	1.51	2.06 a*	2.41	2.65	2.76	2.33
Cercobin	0.87 ab	1.48	2.02 ab	2.40	2.66	2.69	2.30
Testigo	0.85 ab	1.43	1.89 b	2.33	2.61	2.63	2.29
Sportak	0.74 b	1.43	1.98 ab	2.39	2.60	2.66	2.24
Tecto 60	0.86 ab	1.43	2.05 a*	2.37	2.59	2.64	2.16

*Valores de las medias en la columna con las mismas letras indican igualdad en términos estadísticos. Tukey ($\alpha = 0.05$).

5.4 Longitud de la espiga de floral

Se careció de diferencia significativa en los diferentes factores analizados (Cuadro 12), así como en sus interacciones para la variable tamaño de espiga floral de acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 12).

Cuadro 12. Significancia estadística de los valores de espiga floral (cm) desarrollada en plantas de gladiolo cv. Roja Borrega por efecto de dos alturas de surco y cuatro fungicidas.

F.V	G.L	Espiga floral
Altura	1	2.62 ^{n.s.}
Bloque	3	0.55 ^{n.s.}
Altura *bloque	3	1.54 ^{n.s.}
Fungicida	4	1.58 ^{n.s.}
Altura* Fungicida	4	1.03 ^{n.s.}
Error	24	
Total	39	
C.V (%)		5.00

** Altamente significativo., *Significativo., ^{n.s.} No significativo

Sin embargo, en términos numéricos la longitud de la espiga floral fue mayor en plantas que se desarrollaron en el surco a 40 cm (1.7 cm más grande) con respecto a la altura alcanzada por las espigas de las plantas crecidas en la altura de surco a 30 (Cuadro 13).

Cuadro 13. Valores promedio de longitud de espiga floral (cm) desarrollada en plantas de gladiolo cv. Roja Borrega por efecto de dos alturas de surco.

Altura de surco (cm)	Media (cm)
40	64.91
30	63.27

Respecto al efecto del factor fungicida, fue Cercobin el que indujo la mayor longitud de espiga floral, seguido de captan, mientras que los tratamientos a base de Tecto 60 y testigo sin control presentaron la menor longitud de espiga, aunque en términos estadísticos todos los tratamientos fueron similares. Sin embargo, existió una diferencia de 3.4 cm entre el valor medio de Cercobin y el testigo (Cuadro 14).

Cuadro 14. Valores promedio de longitud de espiga floral desarrollada en plantas de gladiolo cv. Roja Borrega ante el efecto de cuatro fungicidas.

Fungicida	Media (cm)
Cercobin	66.20
Captan 50	64.90
Sportak	63.46
Tecto 60	63.03
Testigo	62.86

5.5 Número de flores por espiga

El análisis de varianza para la variable número de flores por espiga, indicó la existencia de diferencia altamente significativa en el factor altura de surco, en tanto que para el factor fungicidas y sus interacciones, no se presentaron diferencias significativas (Cuadro 15).

Cuadro 15. Significancia estadística de los valores en número de flores por espiga desarrolladas en plantas de gladiolo de la cv. Roja Borrega por efecto de dos alturas de surco y cuatro fungicidas.

F.V	G.L	Numero de botones florales por espiga
Altura	1	8.33**
Bloque	3	0.33 ^{n.s.}
Altura*Bloque	3	2.82*
Fungicida	4	0.38 ^{n.s.}
Altura*Fungicida	4	1.04 ^{n.s.}
Error	24	
Total	39	
C.V (%)		4.42

** Altamente significativo., *Significativo., ^{n.s.} No significativo

En términos numéricos, la altura de surco a 40 cm presentó una diferencia promedio de 0.6 flores /espiga con respecto a la alcanzada en las espigas desarrolladas en plantas en la altura de surco de 30 cm (Cuadro 16).

Cuadro 16. Separación de medias y valores promedio de número de flores por espiga desarrolladas en plantas de gladiolo cv. Roja Borrega por efecto a dos alturas de surco.

Altura de surco (cm)	Número de Flores/ espiga
40	15.28 a*
30	14.67 b

*Valores de las medias en la columna con las mismas letras indican igualdad en términos estadísticos. Tukey ($\alpha = 0.05$).

Efecto similar se determinó en la variable fungicida, en donde no se encontraron diferencias significativas, pero en términos numéricos, el ingrediente activo de Sportak indujo una mayor cantidad de flores por espiga, mientras que Tecto 60 originó la menor cantidad (Cuadro 17).

Cuadro 17. Valores promedio de número de flores por espiga en gladiolo cv. Roja Borrega por efecto de cuatro fungicidas.

Fungicida	Media
Sportak	15.11
Cercobin	15.10
Captan 50	15.02
Testigo	14.85
Tecto 60	14.80

5.6 Días a corte

El análisis de varianza para la variable días a corte, indicó que no existe diferencia significativa en los diferentes factores evaluados (Cuadro 18), aunque en los términos numéricos es muy poca la diferencia (0.5 días) entre las dos alturas de surco evaluadas (Cuadro 19).

Cuadro 18. Significancia estadística de los valores en días a corte en plantas de gladiolo cv. Roja Borrega por efecto de dos alturas de surco y cuatro fungicidas.

F.V	G.L	Días a corte
Altura	1	0.37 ^{n.s.}
Bloque	3	1.22 ^{n.s.}
Altura. Bloque	3	1.10 ^{n.s.}
Fungicida	4	0.76 ^{n.s.}
Altura. Fungicida	4	0.07 ^{n.s.}
Error	24	
Toltal	39	
C.V (%)		2.43

** Altamente significativo., *Significativo., ^{n.s.} No significativo

Cuadro 19. Valores promedio de días a corte en plantas de gladiolo cv. Roja Borrega por efecto a dos alturas de surco.

Días a corte	
Altura se surco (cm)	Media Días a Corte (cm)
30	106.75
40	106.25

Con respecto a los fungicidas, el tratamiento que presentó mayor número de días a corte fue Sportak; es decir, su efecto se expresó en aumentar dos días el corte de la espiga floral, mientras que el menor número de días a corte se expresó con Cercobin (Cuadro 20).

Cuadro 20. Valores promedio en días a corte en plantas de gladiolo cv. Roja Borrega por efecto de cuatro fungicidas.

Fungicida	Media
	Días a corte
Sportak	107.62
Testigo	106.50
Captan 50	106.50
Tecto 60	106.50
Cercobim	105.37

5.7 Área bajo la curva

El análisis de varianza para la variable área bajo la curva, indicó que existe diferencia altamente significativa en el factor fungicida (Cuadro 21), aunque para el resto de las variables no se determinó diferencia significativa.

Cuadro 21. Significancia estadística de los valores del área bajo la curva del progreso de la enfermedad desarrollada en plantas de gladiolo cv. Roja Borrega por efecto de dos alturas de surco y cuatro fungicidas.

F.V.	G.L.	N
Altura	1	0.62 ^{n.s.}
Bloque	3	1.38 ^{n.s.}
Altura * Bloque	3	0.69 ^{n.s.}
Fungicida	4	9.53 ^{**}
Altura * Fungicida	4	1.58 ^{n.s.}
Error	24	
Total	39	
C.V.(%)		19.50

** Altamente significativo., *Significativo., ^{n.s.} No significativo

En términos numéricos, la altura de surco a 30 cm presentó una mayor diferencia de 2.06 (%) en la cantidad de enfermedad de *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli*, con respecto a la enfermedad que se expresó en las plantas desarrolladas en la altura de surco a 40 cm (Cuadro 22).

Cuadro 22. Valores promedio del área bajo la curva desarrollada en plantas de gladiolo cv. Roja Borrega en dos alturas de surco en las diferentes fechas de evaluación.

Altura De surco (cm)	Valor Medio del área bajo la curva (ABCPE)
30	37.65
40	35.59

Con respecto a la parcela chica representada por los tratamientos con fungicida, el fungicida que originó la mayor área bajo la curva de la enfermedad fue el testigo, seguido del tratamiento con captan, con una diferencia de 10 unidades entre éstos, mientras que la menor cantidad de enfermedad se presentó en el tratamiento con Cercobin, seguido de Tecto 60 y Sportak (Cuadro 23 y Figura 16).

Cuadro 23. Separación de medias y valores promedio del área bajo la curva desarrollada en plantas de gladiolo cv. Roja Borrega por efecto de cuatro fungicidas.

Fungicida	Media
Testigo	50.88 a*
Captan 50	40.28 ab
Sportak	30.70 b
Cercobin	30.42 b
Tecto 60	30.80 b

*Valores de las medias en la columna con las mismas letras indican igualdad en términos estadísticos. Tukey ($\alpha = 0.05$).

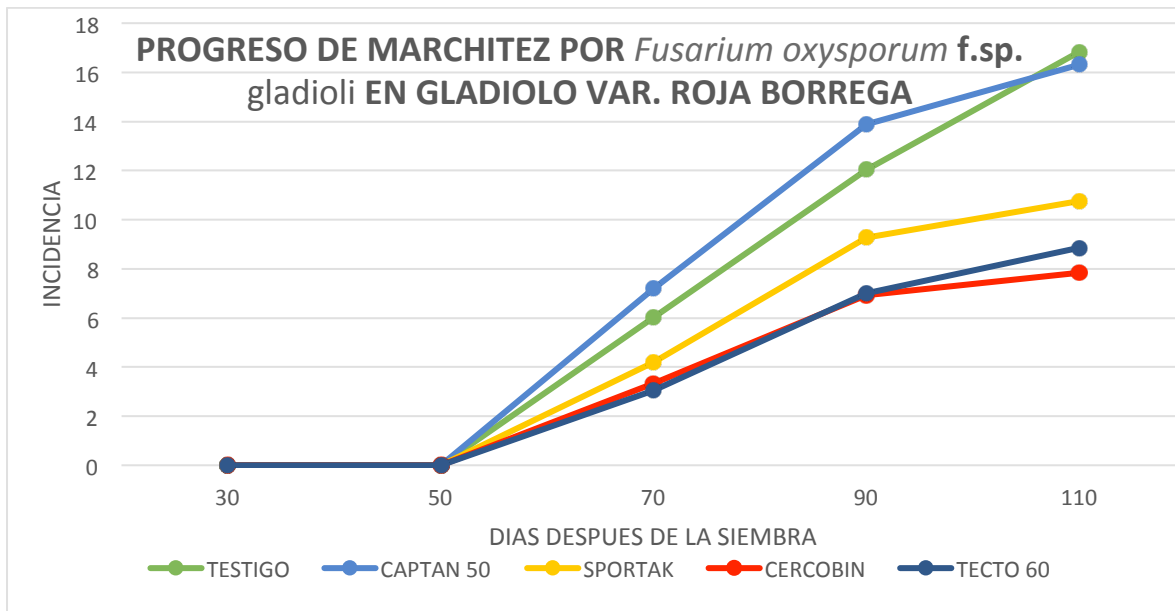


Figura 16. Progreso de la marchitez por *Fusarium oxysporum* .f.sp. *gladioli* variedad Roja Borrega.

VI. DISCUSIÓN

Se encontró que la altura del surco a 40 cm influyó en las variables altura de planta a los 20 y 90 días, mismo efecto se observó en el grosor de tallo, alcanzando alturas similares con lo reportado por Khalil *et al.* (2001), Salinas *et al.* (2009), Reyes *et al.* (2012), García *et al.* (2014), por lo que este factor influyó positivamente en las características cualitativas de la espiga, aunque su efecto no fue tan marcado en el número de flores y días a corte de la flor, ni en las incidencias de enfermedades desde una perspectiva estadística, aunque si en términos numéricos.

El fungicida Cercobin en dosis de 250 g/100 L de agua redujo la incidencia de la marchitez por *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli* en un 10.0%, seguido de Tecto 60 con 9.0 % respecto al testigo en las dos alturas de surco evaluadas. Mismo efecto se observó al cuantificar el progreso de la enfermedad a través del tiempo, en donde Cercobin y Tecto 60 arrojaron la menor cantidad de área estimada con respecto al testigo, este efecto pudo deberse al efecto sistémico de ambos fungicidas. Por otro lado, en términos de desarrollo de la marchitez Captan es el fungicida que permite una mayor expresión de la enfermedad en menor tiempo junto con el testigo; caso contrario, Cercobin fue el que retardo el desarrollo de la enfermedad al ejercer un mayor control del patógeno.

El efecto sistémico y de contacto que presenta Cercobin pueden explicar, tanto la menor incidencia como el menor progreso de la enfermedad a través del tiempo, lo que permitió reducir nuevas infecciones, así como un menor desarrollo interno del hongo que repercute en una menor expresión de la enfermedad, por lo que es una alternativa viable en el manejo

de la marchitez del gladiolo. Este fungicida actúa directamente en el proceso de multiplicación celular del micelio del hongo patógeno, ya que su sitio de acción es la inhibición de la formación del huso acromático en la mitosis, situación que evita el crecimiento del micelio del hongo dentro del tejido vegetal; este mismo sitio de acción lo presenta el Tecto 60 (Tiabendazol); ambos fungicidas pertenecen al grupo químico de los Bencimidazoles. Sin embargo, al tener un solo sitio de acción los fungicidas pertenecientes a este grupo son muy propensos a la generación de resistencia por el patógeno (Aquino, 2014). A eso se debe que la disminución de la incidencia de la enfermedad sea relativamente baja. Por el contrario, Captan es un fungicida de contacto que evita la germinación de la espora de los hongos y no actúa cuando el patógeno está dentro del tejido vegetal; a eso se debe que su efecto de control sea menor al mostrado por los fungicidas sistémicos. Aunque es preciso indicar que, Sportak (Procloraz) a pesar de tener un movimiento sistémico, fue mediamente satisfactorio su efecto en la incidencia y progreso de la enfermedad.

También se observó que el fungicida Cercobin redujo la fenología del cultivo a floración en 2 días; lo que significa que con el uso de este fungicida el productor puede acceder al mercado de forma anticipada y tener un mejor precio, ya que obtuvo mejor tamaño de espiga y mayor número de flores. Sin embargo, en esta región se determinó que todos los tratamientos presentaron mayores días a floración o corte de espiga floral respecto a los días reportados por González *et al.* (2011) en la variedad Roja Borrega, en San Martín Texmelucan, Puebla, durante el ciclo primavera verano 2009, con una temperatura media de 18.5 °C durante el desarrollo del ensayo

En cuanto a la pudrición seca del tallo por *Stromantinia* spp., el fungicida que presentó mayor control fue Sportak, aunque Captan y Cercobin presentaron menor control. Pero en términos estadísticos ningún tratamiento fungicida funcionó contra esta enfermedad.

El fungicida Captan en dosis de 250g/100 L de agua, presentó mayor incidencia de la enfermedad por *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli*, dicho resultado puede ser explicado por su modo de acción de contacto con el que protege a la zona del tejido donde este impregnado, pero no logra destruir o matar al hongo que se encuentra en el interior de la planta, y por tanto permite la expresión de la enfermedad. Este fungicida fue el que mostró un mayor diámetro de tallo desde los 20 días después de la siembra hasta el corte de la flor. Sin embargo, Kakade *et al.* (2016) indican que el tratamiento de Captan al cormo, antes de su almacenamiento y antes de plantarlo al suelo fue el fungicida que mejor costo-beneficio originó.

Con el Fungicida Sportak se obtuvo el mayor número de flores por espiga a diferencia del efecto de Tecto 60 que redujo el número de flores por espiga y tamaño de espiga, cantidad de flor similar con lo reportado por Cruz *et al.* (2011) y Hernández *et al.* (2007); pero, en ambos ensayos se presentó la misma altura de planta. Aunque Cercobin fue el que expresó la mayor altura de planta; es preciso indicar que todos los tratamientos presentaron mayor altura de planta que la reportada por Michel-Aceves *et al.* (2014) en Concepción Guerrero, así como mayor número de botones florales con respecto a lo determinado por González *et al.* (2011) en la variedad Roja Borrega en San Martín Texmelucan, Puebla. Las diferencias encontradas en el número de flores por espiga por altura de surco contrastan con los indicado por Gursan *et al.* (1986) y Karagüzel *et al.* (1997), quienes consideran que el

número de botones florales es un carácter que está genéticamente determinado

VII. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se concluye que:

1. El fungicida Cercobin (250 g/100 L de agua) y la altura de surco (40 cm), fueron los factores que ejercieron un efecto positivo sobre el incremento de la altura de planta y número de flores por espiga, así como una menor incidencia de marchitez de plantas por el hongo *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli* en el cultivo de gladiolo cv. Roja Borrega en la zona de Cieneguillas de Guadalupe, Almoloya de Juárez Estado de México.
2. El fungicida Tecto 60 indujo una menor altura de planta en las dos alturas de surco evaluadas.
3. El fungicida Captan provocó un mayor grosor de tallo en las dos alturas de surco estudiadas.
4. Con el fungicida Sportak se produjo un mayor número de flores por espiga en las dos alturas devaluadas.
5. Los fungicidas evaluados en este estudio no afectaron la reducción de la incidencia de la pudrición seca del tallo por *Stromatinia gladioli*.
6. La combinación de elevación del surco y aplicación de fungicidas sistémicos específicos para el control de *F. oxysporum* f.sp. *gladioli*., pueden emplearse en un programa de manejo integrado de la marchitez y pudrición del corno de gladiolo.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Agroquímicos de México. 2018. Listado de Empresas en Agroquímicos de México. Terralia. Disponible en:

https://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/view_trademark?trademark_id. Fecha de consulta: 13 de febrero 2018.

Aquino, J.G. 2014. Manual de toxicología y manejo de agroquímicos. ICAMEX; Metepec, México, México. 140 p.

Bivand, R., Pebesma E. and Gómez-Rubio,V. 2008. Applied spatial data analysis with R. Spron, New York. 374 pp.

Catalogue of Life. 2018. Detalles de la especie de *Fusarium oxysporum* Schltdl. 1824. Disponible en: <http://www.catalogueoflife.org/col/details/species/id/a02e91aa6ceffe7d327edb9541dfcaec/synonym/3cc73b312e4af71c0ffbbc719dff834>. Fecha de consulta: 23 de febrero de 2018.

Cruz, M. O. 2011. Efecto de Estratos Botánicos y Quitosano para el Control de la Pudricion Café en Cormos y Plantas de Gladiolo, Cultivadas en Invernadero. Tesis Tesis en Maestria en Ciencias I.P.N. Centro de Desarrollo de Productos Bioticos. Yautepec, Morelos. Pag 78.

García, Q. T. 2014 Efecto de la Aplicación en Campo de Agentes Naturales Sobre la Incidencia de la Fusariosis en Plantas, Cormos y la Calidad de Postcosecha de Gladiolo. Tesis en Maestria en Ciencias I.P.N. Centro de Desarrollo de Productos Bioticos. Yautepec, Morelos. Pag 84.

González, P. E, Ayala G.O, Carrillo, S. A, García, S. G, Yáñez M. M y Juárez, M. J.

2011. Estudio del desarrollo, calidad de flor y dosis de fertilización en gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* Hort.). Rev. Fitotec. Mex. Vol. 34 (4): 277 – 283. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México
- Gursan K, S Yelboga, S Cetiner (1986) A research on the effects of diferent planting time of gladiol corms on flowering and flower quality (in Turkish). TOKB, Proje Uyg. Gen. Mud., Ataturk Bahce Kult. Aras. Enst., Yalova. 24 p.
- Gutiérrez, R. M. 2014. Producción de Gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* Hort.) en el sur del estado de México. Tesis en Ing. Agrónomo en floricultura UAEMex. Tenancingo, Estado de México. Pag 46.
- Hernández, D. M., Marrero, G. V., González H. M., Salgado, P. J. y Ojeda V. A. 2007. Niveles de Nitrógeno y su Fraccionamiento en el Cultivo del Gladiolo para Suelos Ferralíticos Rojos. Pesq. Agropec. Bras. 43:21-27.
- Hernández, G. S. 2010. *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli* causante de la marchitez vascular de gladiolo (*Gladiolus* sp.) en el Estado de México y la Comarca Lagunera de Coahuila. Tesis UAAAN. 35 p.
- ICAMEX. 2018. Cultivo de gladiolo. Disponible en: icamex.edomex.gob.mx/gladiol/. Fecha de Consulta: 1 de marzo 2018.
- Inafed. 2018. Estado de México: Almoloya de Juárez. Disponible en <http://www.siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15005a.htm>. Fecha de consulta 5 de marzo 2018.
- Infoagro.2009. Agroinformacion. El cultivo de gladiolo. México D.F. 9p.
- Infoagro. 2018. Cultivo de gladiola Disponible en: <http://www.infoagro.com/flores/flores/gladiolo.htm>. Fecha de Consulta: 13 de febrero 2018.

- Infojardin, 2018. Gladiolo, Gladiolus, Espadilla disponible en: fichas.infojardin.com/bulbosas/gladiolus-gladiolo-gladiolos-espadilla.htm. Fecha de consulta: 10 de febrero 2018.
- Karagüzel O, S Altan, I Doran, Z S.güt .1997. The efect of GA3 and additional KNO3 fertilization on flowering and quality characteristics of gladiolus grandiflorus “eurovision”. In: Improved Crop Quality by Nutrient Management. D Anac, P M Prevel (eds.). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands. pp:259-262.
- Kakade, D.S., Jadhav, S.B., and Katwate, S.M. 2016. Management of *Fusarium* wilt in Gladiolus. Int. J. Pure App. Biosci. 4:127-132. Fitogenética, A.C. Chapingo, México
- Khalil Gardezi, Abdul; Cetina Alcalá, Víctor Manuel; Ferrera Cerrato, Ronald; Velásquez Mendoza, Juan; Pérez Mercado, Claudio A.; Larqué Saavedra, Mario. 2001. Hongos micorrízicos arbusculares como componente de control biológico de la pudrición causada por *fusarium sp.* en gladiola. Terra Latinoamericana, vol. 19, núm. 3, pp. 259-264.
- Larson, A. R. 1988. Introducción a la Floricultura. Editorial, S.A. Progreso 202 Planta Alta. México DF. 147-157 Pp.
- López, M. J. 1989. Producción de claveles y gladiolos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España. 86p.
- Lozano-Andrade, C. N. 2017. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad en R. Disponible en: <http://rparamicrobiologos.blogspot.mx/2013/11/audpc-en-r.html>. Fecha de consulta: 2 de diciembre de 2017.
- Leszczyńska, B. H. y Borys, W. M. 1994. Gladiolo. Ed. EDAMEX. México Distrito Federal. México. 61 p.

- Madden, L.V., Hughes, G., van den Bosch, F. 2006. The study of plant disease epidemics. APS press. American phytopathological society. St Paul, Minnesota, USA.
- Michel-Aceves, A.C.; Ariza-Flores, R.; Otero-Sánchez, M.O.; Barrios-Ayala, A.; Quiroz-Millán, A.M. 2014. Efectividad *in vitro* e *in situ* de fungicidas químicos y biológicos en el control de *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* y *Uromyces transversalis* en gladiola. *Agroproductividad* 7(3): 3-11.
- Manual de Floricultura cultivo de gladiolo PESA. 2012. Disponible en: http://www.utn.org.mx/docs_pdf/novedades/LECTURA_MANUAL_FLORICULTURA_CULTIVO_DE_GLADIOLO.pdf. Fecha de Consulta: 12 de febrero 2018
- Miranda, L., J. 1975. Cultivos Ornamentales. Editorial Aedos. Barcelona, España. 179-184 p.
- R Core Team. 2012. A language for modeling and environment for statistical computing. R Foundation for Statical Computing, Viena Austris. Disponible en: URL: <http://www.R-proyect-org/>. Fecha de consulta: diciembre 2017.
- Reyes, C., A. 2012. Comportamiento de Cinco Variedades de Gladiola (*Gladiolus* spp.) en la Zona Serrana del Estado de Nuevo León. Tesis UAAAN.
- Salinas, S., H. 2009. Tratamientos Físicos, Químicos y Biológicos para el control de *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli* y su efecto en el desarrollo del cultivo de Gladiolo (*Gladiolus* spp.). Tesis UAAAN.
- Salinger, P. J. 1991. Producción Comercial de Flores. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. 119-139 p.
- SAGARPA. 2005. Caracterización fitosanitaria del cultivo de gladiolo SAGARPA- SENASICA-Gobierno del Estado de México; Zinacantepec, México. (Tríptico).

SAGARPA. 2012. Productores mexicanos preparados para abastecer demanda de flores

Disponible en:

<http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/Documents/B0122012.pdf/Delegacion del Distrito Federal>. Fecha de consulta: 12 de febrero del 2018.

SAGARPA. 2014. Informe de Evaluación Nacional, Programa de Fomento Agrícola

Disponible en:

<https://www.google.com.mx/webhp?sourceid=chromeinstant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=sagarpa+2004+ornamental/>. Fecha de consulta: 10 de febrero de 2018.

SAGARPA. 2017. Abasto de flores para este 10 de mayo. Disponible en:

www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/bajacaliforniasur/boletines/.../2017BS168.aspx/Garntiza SAGARPA. Fecha de consulta: 5 de marzo del 2018.

SIAP 2017. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.). 2017. Disponible en:

http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do
Cierre de la producción por ciclo. Fecha de consulta: 5 de marzo 2018.

Tapia 1982. Estudio geográfico de la producción de gladiolos y su comercialización en la zona de Zitácuaro – Tuxpan, Michoacán. Tesis UNAM.

Verdeguer, A. 1981. Manejo de los cormos de gladiolo. Ministerio de Agricultura y pesca, Madrid, España, Hojas de divulgación. 20 p.

Vidalie, H. 1992. Producción de flores y plantas ornamentales. Mundi-Prensa. Madrid España. pp. 249-256

Woltz, S. S., Maggie, R. O., Switkin, C., Nelson, P.E., and Tousson. T. A. 1977. Gladiolo disease responde to prestorage corm inoculation with *Fusarium* especies. Plant Disease Reporter 62:134-13.