

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**“*Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli*, causante de marchitez vascular de gladiolo (*Gladiolus* sp.) en el Estado de México y la Comarca Lagunera de Coahuila”**

**POR**

**SERGIO HERNÁNDEZ GONZÁLEZ**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

**TORREÓN, COAHUILA**

**OCTUBRE DE 2010**

TESIS QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO  
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO

DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

APROBADA

PRESIDENTE:



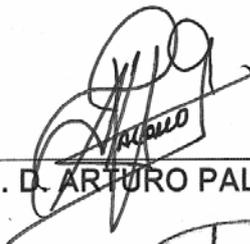
Ph. D. VICENTE HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

VOCAL:



Ph. D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA

VOCAL:



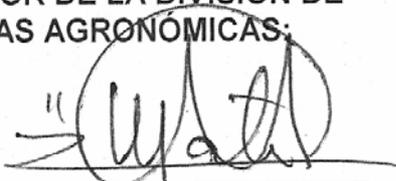
Ph. D. ARTURO PALOMO GIL

VOCAL SUPLENTE:



M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS:



M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

OCTUBRE DE 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

"*Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli*, causante de marchitez vascular de gladiolo (*Gladiolus* sp.) en el Estado de México y la Comarca Lagunera de Coahuila

POR

SERGIO HERNÁNDEZ GONZÁLEZ

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA

ASESOR PRINCIPAL:



Ph. D. VICENTE HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

ASESOR:



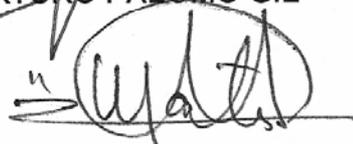
Ph. D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA

ASESOR:



Ph. D. ARTURO PALOMO GIL

ASESOR:



M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS



MC.VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

OCTUBRE DE 2010



## **AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS** por darme la vida, sabiduría, paciencia y fuerza para culminar mis estudios.

**A MI ALMA MATER** por la enseñanza que me brindo y formarme como profesionista dentro de ella.

**A MI ASESOR** Ph. D. Vicente Hernández Hernández con el respeto que se merece, por apoyarme para la elaboración de este estudio, por su sabiduría, enseñanza y comprensión.

**A LOS INTEGRANTES DEL COMITÉ REVISOR** Ph. D. Vicente de Paul Alvarez Reyna, Ph. D. Arturo Palomo Gil, y M.C. Víctor Martínez Cueto, con sus valiosas sugerencias y correcciones realizadas al presente trabajo.

**A MIS COMPAÑEROS DE CARRERA** por su amistad y compañía brindada en el transcurso de mis estudios.

**A TODOS MIS MAESTROS** por su valioso tiempo y enseñanzas

**A LOS DOCENTES DEL DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA** Ph. D. Javier Sánchez Ramos, M.C. Javier López, Ing. Bertha Alicia, Gaby, Chelita, Ph.D. Florencio Jiménez.

**A MIS COMPAÑEROS DE DANZA Y RONDALLA** por hacer mi estancia en la prepa muy agradable y en la universidad de la misma forma.

**A TODOS ELLOS MUCHAS GRACIAS POR SU TIEMPO Y APOYO.**

## **DEDICATORIAS.**

**A MIS PADRES** Con el más profundo amor que les tengo y mi admiración por sacarme adelante aún en los momentos más difíciles a Julián Hernández, mi viejo, a quien quiero, admiro y respeto, a mi mamá Leonarda González que es una mujer admirable y maravillosa, que me dio todo sin condición y que solo puedo decirle “TE AMO”.

**A MIS HERMANAS** Isabel, Carmen y Alejandra que me han dado los mejores días de mi vida, a quienes admiro, respeto y amo mucho.

**A MI FAMILIA, mis tíos:** Lalo, Flor, Erick Kata, Joel, Martha, Bertha, Amada, por apoyarme en mi carrera y en mi vida., **mis abuelos** Nicolás y Guadalupe que me apoyan y quieren, a mi abuela Sofía que quise mucho y que ahora al lado de mi abuelo Julio Hernández en paz descansa, **mis primos** Ixchell, Juan, Diana, Zaira, Alex, Edyd, Diana, a mis sobrinos, y todos los demás por esos días maravillosos, apoyándome y alentándome a seguir adelante siempre.

**A MIS AMIGOS** Mi mejor amigo Julio a quien admiro y estimo, Ita, Juan k, Poncho, Carlos, Richard, Chima, Tripas, Selene, Susy, Juan, Héctor, Yadi, Bigotón, Yuca, Lupita, Paco, Dulce, Flor, Patito, Rosita, Alex, Tia, Negro, Rubén, Yaqui, Naye, Nancy, Paty, Prof. Rosa, Ing. Rogelio, Lic. Arenas, y “Katy” mi novia y amiga, a quien quiero mucho, a todos ellos por estar en todo momento apoyándome, dejarme formar parte de su vida y por conservar nuestra amistad todo este tiempo.

## RESUMEN.

En la región florícola de Villa Guerrero, Estado de México, se ha presentado en los últimos años, sobre todo durante 2008 y 2009 una enfermedad que consiste en marchitez de las plantas de gladiolo, por lo que se inició este trabajo con el propósito de describir la enfermedad e identificar al agente causante. Los suelos de la Comarca Lagunera se encuentran infestados con algunos de los fitopatógenos importantes del mundo en muchas de sus áreas agrícolas, como son *Fusarium oxysporum* y sus formas especiales, *Macrophomina phaseolina*, *Phymatotrichopsis omnívora*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae*, y posiblemente *Pythium* spp. aun siendo así no se encontraron zonas florícolas de cultivo del gladiolo por lo que no fue posible la colección de muestras para la investigación. Se analizaron muestras de plantas enfermas colectadas en la región de Villa Guerrero, Estado de México y se encontró que los síntomas en el follaje consisten esencialmente de clorosis y marchitez que llevan a la muerte a la planta. En los cormos, externamente se observaron manchas necróticas, hundidas, de color marrón, con presencia de micelio y esporas de un hongo. En la parte interna del cormo se observó un cambio de color, como anillos de color café. Estos síntomas coinciden con los que se describen para la enfermedad conocida como marchitez vascular. Al analizar las estructuras fungosas se encontraron conidios en forma de media luna, multiseptados; además de conidios más pequeños, unicelulares o bicelulares; finalmente, en el micelio se encontraron esporas circulares, de pared gruesa, intercalares y terminadas. Estructuras que corresponden respectivamente a macroconidias, micriconidios y clamidosporas de *Fusarium oxysporum*; por el cultivo en que se encuentra, el fitopatógeno corresponde a *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli*. Por lo tanto la enfermedad es la marchitez vascular, causada por *F. oxysporum* f. sp. *gladioli*.

**Palabras clave:** Gladiolo, *fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli*, marchitez vascular, Estado de México.

## ÍNDICE

	Pág.
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	i
<b>DEDICATORIAS</b>	ii
<b>RESUMEN</b>	iii
<b>INDICE</b>	iv
<b>INDICE DE CUADRO</b>	vi
<b>I.- INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivos	4
1.2. Hipótesis	4
<b>II. REVISION DE LITERATURA</b>	<b>5</b>
2.1. Importancia de Villa Guerrero, Estado de México.	5
2.1.1. Localización.	5
2.1.2. Clima.	5
2.1.3. Principales ecosistemas.	6
2.1.4. Agricultura.	7
2.2. Importancia del cultivo.	10
2.2.1. Origen	10
2.2.2. Importancia económica y distribución geográfica	10
2.2.3. Taxonomía.	11
2.2.4. Morfología	11
2.2.5. Multiplicación.	12
2.2.6. Floración.	12
2.2.7. Variedades.	13
2.2.8. Requerimientos edafoclimaticos.	14
2.2.9. Preparación de bulbos para flor cortada.	16
2.2.10. Tipos de cultivo.	16
2.2.11. Producción bajo invernadero o túneles de plástico	17
2.2.12. Plagas y enfermedades.	19
2.2.13. Postcosecha.	22
2.2.14. Comercialización.	22
2.2.15. Conservación de bulbos.	23
2.3. Enfermedades del gladiolo.	24
2.4. Importancia de los fitopatógenos del suelo.	25
2.5. Importancia de <i>Fusarium</i> y <i>Verticillium</i>	26
2.6. Importancia de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>gladioli</i>	29
2.6.1. Ciclo de la enfermedad	30
2.6.2. Condiciones favorables	30
2.6.3. Rango de hospederos	31
2.7. Distribución	31
2.8. Clasificación	32
2.9. Manejo	32
2.9.1. Control mediante prácticas de cultivo.	32
2.9.2. Control biológico	33

2.9.3. Control químico	35
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>36</b>
3.1. Colección de muestras	36
3.2. Descripción de la enfermedad	36
3.2.1. Observación a simple vista.	36
3.2.2. Observación al microscopio estereoscópico.	36
3.3. Descripción del fitopatógeno.	37
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>38</b>
4.1. Colección de muestras	38
4.1.1. Observación a simple vista.	38
4.1.2. Observación al microscopio estereoscópico.	39
4.2. Descripción del fitopatógeno	39
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>41</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA</b>	<b>42</b>

**INDICE DE CUADRO**

**Cuadro 1.** Superficie cultivada en el Estado de México  
(Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de México, 2010).

**Pág.****9**

## I. INTRODUCCIÓN.

El gladiolo (*Gladiolus* spp.) es una planta cultivada desde épocas de los imperios griegos y romano; es originaria de la cuenca mediterránea y África Austral. Comprende 180 especies nativas de África, Madagascar, Europa, Arabia y oeste de Asia, donde el gladiolo crece espontáneamente; aunque la mayor parte es de origen Africano (Larson, 2004).

Gladiolus es el diminutivo de gladius, que significa "espada"; por un lado se refiere a la forma de la hoja que es lanceolada terminando en punta y al hecho de que la flor en la época de los romanos era entregada a los gladiadores que triunfaban en la batalla, por lo que la flor es el símbolo de la victoria (Larson, 1992).

En México esta especie ocupa el primer lugar entre los geófitos; actualmente, se cultivan 2,568 has de gladiolo, en los estados de Puebla (San Martín Texmelucan), Morelos, Michoacán, Estado de México (Villa Guerrero, Chalma, Malinalco, Valle de Bravo) y Veracruz (Leszczyńska, 1989). En las diferentes áreas de México, el gladiolo se cultiva mediante rotaciones periódicas, debido, principalmente, al serio problema de diseminación de enfermedades fungosas de gran persistencia en el suelo.

La diseminación tan vertiginosa de las enfermedades ocurre principalmente por el sistema de propagación vegetativa tan eficiente que presenta la planta, ya que un solo cormo, se utiliza durante varias generaciones, produce, en cada ciclo, decenas y a veces, cientos 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. De tal manera, que si un solo cormo se encuentra

enfermo o con daños o se ha cultivado en un suelo infestado, es suficiente para asegurar que las plantas y el suelo quedarán contaminados con fitopatógenos como *Stromatinia*, *Fusarium*, *Pythium* (Forsburq, 1975).

*Fusarium oxysporum* es un fitopatógeno frecuente y grave en el cultivo del gladiolo. Los síntomas que ocasiona se manifiestan en todos los órganos de la planta (amarillamiento de las hojas, disminución del número de flores por vara, podredumbre seca de los cormos).

Mencionó que la pudrición del bulbo, pudrición de la raíz y marchitamiento vascular del gladiolo se han asociado a *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli*, que es el patógeno más importante de este cultivo, tanto para la obtención de bulbo como para la producción de flor (Leyva 1992). Señalaron que no es posible asegurar si se trata de diferentes etapas de la misma enfermedad (originadas todas por el mismo agente causal), o si se trata de diferentes fitopatógenos (hongos y/o bacterias) involucrados en un complejo (Ochoa 1994, Woltz y Magie 1977 et. al.).

Actualmente, en las condiciones de producción comercial de gladiola, sólo es posible sembrar una vez (o dos en el mejor de los casos) en el mismo terreno y luego hay que esperar de seis a ocho años para volver a cultivarlas en el mismo lugar, sin el riesgo de tener problemas fitopatológicos fuertes (Leszczyńska-Borys, 1994).

En los últimos años, especialmente durante 2008 y 2009, en la región de Villa Guerrero, Estado de México, se ha incrementado el problema, de clorosis, marchitez del follaje y pudrición de los cormos en gladiolo, por lo que se inició este estudio.

Los suelos de la Comarca Lagunera se encuentran infestados con algunos de los fitopatógenos importantes del mundo en muchas de sus áreas agrícolas, como son *Fusarium oxysporum* y sus formas especiales, *Macrophomina phaseolina*, *Phymatotrichopsis omnívora*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae*, y posiblemente *Pythium* spp. aun siendo así no se encontraron zonas florícolas de cultivo del gladiolo por lo que no fue posible la colección de muestras de plantas del cultivo de gladiolo para la investigación.

### **1.1. Objetivos**

- Describir la marchitez del gladiolo
- Identificar en el laboratorio el agente causante de la enfermedad.

### **1.2. Hipótesis**

- La enfermedad del gladiolo es marchitez vascular, causada por *Fusarium*.

## **II. REVISION DE LITERATURA.**

### **2.1. Importancia de Villa Guerrero, Estado de México.**

#### **2.1.1. Localización.**

Se ubica aproximadamente entre los 18° 34' y 19° 05' de longitud norte; y los 99° 46' de longitud occidental. El asentamiento urbano principal es la Villa Guerrero, considerada oficialmente como cabecera y sede del gobierno municipal; se localiza a los 18° 57' 36" de la longitud norte y a los 99° 38' 30" de longitud occidental. Colinda hacia el norte con Zinacantepec, Toluca, Calimaya y Tenango del Valle; al oriente, con los municipios de Tenancingo y Zumpahuacán; al sur con Ixtapan de la Sal; y al occidente con el mismo Ixtapan de la Sal y Coatepec Harinas. Su extensión territorial comprende 267.8 kilómetros cuadrados (Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal, 2010).

#### **2.1.2. Clima.**

En términos generales, Villa Guerrero posee un extraordinario clima en el que predomina el templado, subhúmedo con lluvias en verano e invierno benigno; su régimen pluvial en verano es por lo menos 10 veces mayor en el mes más húmedo de la mitad caliente del año, que en el más seco, su temperatura máxima es de 39°C y mínima de 2°C; su temperatura media en el mes más frío es inferior a 13°C pero superior a -3°C. Por lo general la temporada de lluvia inicia a finales del mes de abril, pero suele interrumpirse durante el mes de mayo, continúa durante los meses de junio y julio y se agudiza en agosto y septiembre, la precipitación promedio anual es de 1,242.53

mm, el territorio municipal presenta tres variables de precipitación pluvial, la parte noreste tiene una precipitación entre 900 y 1,000 mm, una franja diagonal que corre de noroeste a sureste con precipitación media entre 1,000 y 1,100 mm, y el resto del territorio con una precipitación entre 1,100 y 1,200 mm (Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal, 2010).

### **2.1.3. Principales ecosistemas.**

#### Flora

Por su variado altimetrío, su privilegiada situación geográfica y su excelente clima templado, Villa Guerrero presenta una muy variada flora, tanto silvestre como cultivada, en la parte media del municipio su vegetación ha sido transformada una y otra vez, primero en una hermosa arboleda de aguacate criollo (de pellejo), durazno, manzano, peral, etcétera, la cual rivaliza con su entorno de fresno, cedro blanco y otras variedades (Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal, 2010).

#### Fauna

La fauna del municipio se caracteriza por abundancia de especies llamadas menores, aunque aún se pueden ver algunos especímenes de la llamada caza mayor, como son jabalí, tejón, coyote, etcétera. Subsisten también verdaderas reminiscencias de la fauna antidiluviana como son el armadillo, camaleón y otros reptiles. Destaca la supervivencia de especies en extinción como el halcón dorado, conejo teporingo o zacatuche, coyote, xalcoyote, zorra y quebrantahuesos o coxcacauhtli (Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal, 2010).

#### **2.1.4. Agricultura**

Según la Panorámica Socioeconómica, en 1989 se sembraron 4,474 hectáreas de las 8,055 hectáreas disponibles, destacando como cultivo principal el maíz con 2,581 hectáreas (58%), las flores con 1,127 hectáreas y los frutales con 615 hectáreas. Se estima en 10,503 hectáreas la reserva forestal, siendo el 96% de bosque y el resto de superficie arbustiva. La superficie de cultivo de flor a cielo abierto representa un 83% de la superficie total cultivable (Villa Guerrero, 2010).

Principales productos agrícolas:

En los años cuarenta se introdujeron al municipio más de 300,000 plantas de aguacate criollo, que permitieron hacer del municipio un emporio de la fruticultura. Tanto esta fruta como durazno eran los mejores cotizados en el mercado de La Merced de la Ciudad de México. Entre los años cuarenta y cincuenta, llegaron al municipio un numeroso grupo de japoneses para aprovechar la calidad del suelo y las bondades climáticas en la incipiente floricultura, a partir de esos años, la agricultura local sufrió un brusco giro convirtiéndose en un verdadero bastión de cultivos florícolas de las más variadas especies y de los colores menos imaginables.

Las principales flores que actualmente se cultivan son la rosa en sus múltiples calidades y variedades, entre las que destacan la succes, vega, visa y vega 200, los colores predominantes son el rojo, rosa, blanco, amarillo y naranja, la gerbera con colores brillantes en rojo, lila, morado, naranja, amarillo, coral, etcétera, la casablanca y el stargeiser, cuya belleza las hace ser de las más cotizadas en el mercado; el tulipán holandés, en colores rosa, lila y amarillo

preponderantemente; el girasol; el agapando azul y blanco, así como una gran cantidad de especies micro, en clavel, rosa clavelito etcétera (Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal, 2010).

Existen también diversas variedades de crisantemos, como el polar, spider, palomas, margaritón y nube. En cuanto a los follajes complementarios, se destacan el eucalipto dólar, cedrito, clavo, aster, ghipsophila y, recientemente, la comercialización de la palma real, especie que requiere ser controlada ya que está en peligro de extinción, también es común la comercialización del camedor, helecho y otros arbustos adecuados para la elaboración de arreglos.

La floricultura en el municipio ha alcanzado niveles de gran calidad, lo que permite mayor penetración en el mercado nacional e internacional. Se considera que nuestro municipio, contribuye con el 80% de la cuota de exportación hacia Estados Unidos, Canadá y algunos países europeos (Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal, 2010).

Aunque es importante la producción de flores de exportación, una amplia mayoría se dedica a la producción en pequeño, utilizando técnicas rudimentarias e improvisando túneles bajos para proteger su siembra del granizo y contaminación de plagas en cultivos cercanos.

La comercialización de la producción florícola, destinada al consumo nacional, se hace en tres puntos de venta principales: el mercado de flores de Tenancingo, la central de abastos de la Ciudad de México y en pequeña escala en otros mercados, ocupa el primer lugar en la producción y exportación de flores de corte a nivel nacional, cuya actividad genera miles de empleos e

ingresos para la entidad (Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal, 2010).

En el Estado de México se cultivan 584 ha. de gladiolo, siendo el distrito de desarrollo rural Coatepec Harinas la principal zona de producción florícola, donde está establecido el 95 % de la superficie cultivada. En el Estado de México existen regiones y municipios que se distinguen por desarrollar la producción de gladiolo (Cuadro 1) quedando de la manera siguiente:

**Cuadro 1.** Superficie cultivada en el Estado de México (Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de México, 2010).

Región	Municipio	Sup.Cultivada (Has.)
Atzacmulco	Jocotitlán	60.
Coatepec Harinas	Coatepec Harinas	61.
Texcoco	Ixtapan de la Sal	70.
Valle de Bravo	Malinalco	20.
	Ocuilán	8.
	Tenancingo	180.
	Tonatico	10.
	Zumpahuacán	30.
	Villa Guerrero	140.
	Zacualpan	2.
	Ixtapaluca	2.
	Valle de Bravo	1.
Total		584.

## **2.2. Importancia del cultivo.**

### **2.2.1. Origen.**

El gladiolo es originario de la cuenca mediterránea y África austral. Donde ya se cultivaba en la época de los griegos y de los romanos.

*Gladiolus* es el diminutivo de *gladius*, que significaba "espada", por un lado se refiere a la forma de la hoja que es lanceolada terminando en punta y al hecho de 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 victoria.

Los cultivares hortícolas del gladiolo se han obtenido desde inicios del siglo XIX por cruzamientos entre diversas especies botánicas, presentando gran diversidad de tamaños, colores y forma de las flores así como de época de floración (Vidalie, 1992).

### **2.2.2. Importancia económica y distribución geográfica.**

El cultivo de cormos de gladiolos es importante en Francia (más de 200 hectáreas) y Holanda cuenta aproximadamente con 1.400 hectáreas. Los cormos son importados principalmente de Holanda, aunque en los últimos años, Brasil se ha convertido en un gran productor de cormos.

El cultivo de la flor cortada del gladiolo ocupa en Francia más de 400 hectáreas. El desarrollo tecnológico holandés en la conservación de los cormos ha hecho posible su suministro en cualquier época del año, que junto con una buena demanda de esta flor, el relativamente bajo precio del corno y corta duración del cultivo han fomentado su gran expansión (Vidalie, 1992).

### 2.2.3. Taxonomía

Dominio. Eukaria.

Reino. Plantae.

División. Angiosperma.

Familia. *Iridaceae*.

Genero. *Gladiolus*.

Especie. Comprende 180 especies nativas de África, Madagascar, Europa, Arabia y oeste de Asia, donde el gladiolo crece de manera silvestre, aunque la mayoría son de origen Africano (Infoagro, 2010).

### 2.2.4. Morfología.

Los gladiolos (*Gladiolus x hybridus*, *G. x hortulanus*, *G. x grandiflorus*) son plantas herbáceas que se desarrollan a partir de un tallo subterráneo llamado cormo. 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 "bulbillos".

#### Hojas

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

#### Cormo

Tubérculo caulinar de orientación vertical, de estructura sólida, forma redondeada algo achatada, con el ápice de crecimiento en el centro de la zona

superior que normalmente está 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.

Flor y fruto.

Tallo floral generalmente al final del tallo. La inflorescencia es una espiga larga con 12 - 20 flores. 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 3 estambres naciendo en el tubo del perianto y estilo trífido en el ápice el fruto se encuentra en cápsulas con semillas aladas (Vidalie, 1992).

### **2.2.5. Multiplicación.**

Semillas: se emplea en la obtención de nuevos cultivares, en viveros bajo túneles durante el mes de abril.

Separación de los cormos: se forman durante la vegetación normal de un cormo, obteniéndose varias docenas por cormo. Se obtienen pequeños bulbos de 2 - 3 cm de contorno (Vidalie, 1992).

### **2.2.6. Floración.**

El gladiolo comienza a formar la espiga floral entre 4 y 6 semanas después de la plantación, y la floración se produce cuando ya han reposado. Si los cormos se colocan antes de la plantación a una temperatura entre 20 - 25°C con una humedad relativa del 80% durante aproximadamente unos 30 o 40

días, tendrá lugar el arranque de la vegetación. Con una temperatura de 28°C se obtiene una floración muy precoz, pero se corre el riesgo de que aborten algunas flores.

Si los cormos se plantan en cajas o en macetas con turba en un invernadero a 20°C, hasta la salida de la primera hoja, se pueden trasplantar al aire libre (Infoagro, 2010).

### **2.2.7. Variedades.**

Las variedades de gladiolos se pueden dividir en función de su precocidad:

Muy precoces: la duración media de cultivo es de menos de 68 a 70 días, por ejemplo "Joli Coeur".

Precoces: la duración media del cultivo oscila entre 70 y 74 días, por ejemplo "Life Flame".

Medianamente precoces: la duración media del cultivo es aproximadamente entre 75 y 79 días, por ejemplo "Princesse des Neiges".

Medios: la duración media del cultivo está entre 80 y 84 días, por ejemplo "Spic and Span".

Medianamente tardíos: la duración media del cultivo está entre 85 y 90 días, por ejemplo "Sans Souci".

Tardíos: la duración del cultivo está entre 91 y 99 días, por ejemplo "Scarlet Pimpernel".

Muy tardíos: la duración del cultivo está entre 100 y más días, por ejemplo "Albert Schweitzer".

El tamaño del cormo influye en el cultivo del gladiolo. Suele ser más corto si los calibres son mayores, por tanto el grosor del cormo es un factor de precocidad.

Gladiolos de floración precoz.

*Gladiolus sp. x colvillei*: son híbridos enanos y muy precoces.

*Gladiolus tristis* x Gladiolos de flores grandes (*Gladiolus grandiflora*): son híbridos menos exigentes en temperatura, pero muy heliófilas.

Gladiolos de flores grandes.

Tempranas: "Friendship", "Hunting Song", "Eurovisión", "Cordula", "Saga", "Artist", "Plomel", "Nova lux"...

Semitempranas: "Oscar", "Peter Pears", "Ploher", "Memorial Day".

Tardías: "Spic and Span", "Flower Song", "Plomel", "Duram", "Saga".

Las variedades más cultivadas en función del color se muestran a continuación las flores de color blanco, destacando sobre todas "Amsterdam".

Color blanco: Amsterdam, White Prosperity y White Friendship.

Color rojo: Carthago, Chinon y Mascagni.

Color rosa y salmón: Friendship, Jessica, Priscilla y Rose Supreme (Infoagro, 2010).

### **2.2.8. Requerimientos edafoclimáticos.**

Temperatura.

La temperatura ideal del suelo es de 10 - 12 °C, superiores a 30 °C son perjudiciales para esta planta. Respecto a la temperatura ambiental, las temperaturas óptimas para su desarrollo son de 10 - 15 °C por la noche y de 20

a 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 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. La ruptura de la latencia es un fenómeno complejo; se realiza generalmente por el frío. Generalmente, el nacimiento es más rápido a bajas temperaturas (inferior a 10°C), por el contrario se detiene a partir de 20°C. La temperatura mínima biológica (cero de vegetación) es de 5-6°C (Infoagro, 2010).

#### Iluminación.

El gladiolo florece cuando los días son mayores de 12 horas (fotoperiodismo de día largo), y se dice que es una planta heliófila (amante del sol) por lo que requiere bastante luminosidad; si es insuficiente. La falta de luminosidad, provoca que las plantas se queden ciegas y no floren, por lo que hay que aportar luz artificial al invernadero (Infoagro, 2010).

#### Humedad relativa y tipo de suelo.

La humedad ambiental deberá estar comprendida entre el 60 - 70%. Es poco exigente en suelo, pero prefiere los arenosos con aportaciones de estiércol; si contiene arcilla no pasará nada siempre que tengan un buen drenaje para evitar encharcamientos y enfermedades. La cal y materia orgánica le van muy bien, siempre que esta última esté en estado humificado. El pH óptimo es entre 6 y 7 (Infojardin, 2010).

### **2.2.9. Preparación de bulbos para flor cortada.**

Tiene por objeto, después de la plantación, permitir una aparición más rápida, regular y 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%.

La floración avanza entonces de quince a veinte días; por tanto se trata de un cultivo temprano (y no forzado, ya que no provocaría la iniciación floral) y se aplica solo a ciertos cultivares (Infoagro, 2010).

### **2.2.10. Tipos de cultivo.**

Los gladiolos son poco empleados en la ornamentación de jardines, estando su cultivo dirigido a la producción de bulbos o a la flor cortada.

Cultivo para la producción de bulbos.

La plantación tiene lugar en primavera y el cultivo se efectúa cada dos años.

Cultivo para flor cortada.

Para el cultivo de flor cortada se emplean cormos de gran calibre: 12/14, 14 y mayores y de cultivares adaptados. La producción de flor exige terreno nuevo o de una larga rotación. Esto se puede limitar al menos a tres años y desinfectando el suelo. Para obtener flores todo el año se realizan plantaciones semanales (Infojardin, 2010).

Producción al aire libre.

La distancia entre plantas será de 10 - 15 cm y distancia entre líneas será de 30 cm. Se recomienda una profundidad de siembra de 7 - 10 cm, para asegurar una mayor resistencia al viento y evitar que las plantas se caigan en la floración. En el caso de cultivo temprano, se emplearán instalaciones de túneles de plástico o cubriendo el cultivo con una lámina de plástico; para ganar en precocidad (de 8 a 15 días). En el caso de cultivo retardado se utilizan bulbos conservados a 2 - 5°C hasta el momento de la plantación (Larson, 2004).

#### **2.2.11. Producción bajo invernadero o túneles de plástico.**

Se recomienda en este caso contar con invernaderos que se puedan mover fácilmente de sitio, del tipo arco o establecer un plan de rotaciones cultivando otras flores u hortalizas en donde ya hubo gladiolos.

En este tipo de cultivo se emplean bulbos "tratados" del calibre 14 o más, plantándose desde finales de diciembre a enero o desde octubre a marzo según las zonas de cultivo. La distancia de plantación varía siendo de 50 - 80 cormos/m<sup>2</sup> de forma general; en caso de producción invernal puede ser de 20 - 30 cormos/m<sup>2</sup> y para producción en primavera verano de 40 - 60 cormos/m<sup>2</sup> (Vidalie, 1992).

#### **Temperatura**

La temperatura del suelo durante la plantación será de 10 - 12°C, seis semanas más tarde de 12 - 14°C. La temperatura puede ser elevada hasta 18°C cuando la espiga es visible. La temperatura ambiental será de 13 - 14°C y al cabo de 4 - 6 semanas de plantación se puede aplicar calefacción de 15 a

20°C, sin sobrepasar los 21 - 22°C. La temperatura ambiental nocturna debe estar alrededor de 10 - 12°C (Infoagro, 2010).

### Riego

El riego es muy importante, ya que los gladiolos requieren mucha agua, pueden emplearse tres sistemas de riego: manta, aspersión o goteo.

El riego por aspersión es el preferido para grandes extensiones, además se evita tener que hacer caballones; aunque favorece la aparición de enfermedades criptogámicas en invierno. Si el agua de riego es salina se emplea el riego por goteo y si las tuberías secundarias no se entierran se pueden transportar de un sitio a otro en las rotaciones.

El riego a manta es el que requiere menor costo de instalación si el terreno está nivelado. El suelo se debe mantener constantemente fresco, siendo la cadena de riego; todas las semanas en febrero y cada 4-5 días de marzo a mayo, especialmente a partir de la formación de la inflorescencia (en la cuarta hoja). La floración tiene lugar en 120 días o en 150 días (Infoagro 2010,).

### Entutorado

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 del género *gladiflorus* necesitan tutores. En el caso de emplear mallas de alambrada metálica será necesario emplear alguna labor manual dando algún repaso para guiar los tallos (Vidalie, 1992).

### Escardas

Se recomienda el uso de Linuron (10 g/m<sup>2</sup>) tres semanas después de la plantación. Se eliminarán los brotes dejando uno por cormo (Vidalie, 1992).

## Recolección

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 un centímetro, 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 irremediablemente se pierde, la época de recolección depende de varios factores como son el clima, fecha de plantación y calibre de los cormos, el rendimiento será de una vara floral por cormo, una vez recolectados se colocarán en cámara frigorífica a 4 - 5°C en agua (Infoagro, 2010).

### **2.2.12. Plagas y enfermedades**

Plagas.

TRIPS (*Taeniothrips simplex*).

Se trata de un insecto chupador que pica las hojas y las flores donde provoca la decoloración.

Control.

Tratamiento de los cormos a base de Lindano cinco semanas antes de la plantación, pulverización preventiva con aceites minerales y utilización de redes protectoras no tejidas, pulverizaciones con Dimetoato 40% durante el periodo de vegetación, presentado como concentrado emulsionable a una dosis de 0.10 - 0.15%, durante la conservación se aplicará: Lindano, presentado como polvo mojable a una dosis de 0.20 - 0.40% (Vidalie, 1992).

Enfermedades.

FUSARIOSIS (*Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli*).

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, y reduce el número de flores. 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.

Control.

Rotación de cultivos durante cinco años o más. Secado rápido de los cormos, encalado de los suelos, uso de fertilizantes a base de nitratos, tratamiento preventivo con Plocloraz, tratamientos con productos como Thiram, Procimidone, para espolvoreo (López, 1989).

ESTROMATINIOSIS (*Stromatinia gladioli*).

Los síntomas se manifiestan sobre las hojas como amarillos, a continuación se produce la podredumbre de la base del tallo. Enfermedad que se conserva mucho tiempo en el suelo.

Control.

Rotación de cultivos durante cinco años o más. Secado rápido de los cormos, encalado de los suelos, uso de fertilizantes a base de nitratos, tratamiento preventivo con Plocloraz, tratamientos con productos como Thiram, Procimidone, para espolvoreo (Vidalie, 1992).

### BOTRITIS (*Botrytis cinerea*).

Se trata de una enfermedad que afecta sobre todo al final de la vegetación; es una enfermedad muy frecuente y grave.

#### Control.

Rotación de cultivos durante cinco años o más. Secado rápido de los cormos, encalado de los suelos, uso de fertilizantes a base de nitratos, tratamiento preventivo con Plocloraz, tratamientos con productos como Thiram, Procimidone, para espolvoreo. En el caso del cultivo para la producción de flor cortada se aplicará Vinclozolina 50%, presentado como polvo mojable a una dosis de 0.10 - 0.15% (Infoagro, 2010).

### NECROSIS POR CURVULARIA (*Curvularia gladioli*)

Los síntomas se manifiestan como necrosis en los cormos de algunos cultivares.

#### Control.

Rotación de cultivos durante cinco años o más. Secado rápido de los cormos, encalado de los suelos, uso de fertilizantes a base de nitratos, tratamiento preventivo con Plocloraz, tratamientos con productos como Thiram, Procimidone, para espolvoreo (Vidalie, 1992).

### ROYA TRANSVERSA (*Uromyces transversalis*).

Se trata de una enfermedad bastante frecuente en primavera y en otoño.

#### Control.

Realizar tratamiento a base de Triforina 19%, presentado como concentrado emulsionable, a una dosis de 0.10 - 0.15% (Vidalie, 1992).

### **2.2.13. Postcosecha.**

Los tallos se ponen en agua y, si no se venden, se pasan a la cámara frigorífica a 1 - 2°C durante 6 - 7 días. En la cámara frigorífica pueden estar con o sin agua. Se deben mantener en posición vertical para evitar el doblado de los extremos de la vara floral, además el gladiolo muestra un fuerte geotropismo negativo, es decir, que siempre se orienta hacia arriba (Infoagro, 2010).

### **2.2.14. Comercialización.**

Se hacen paquetes de 10 varas, los cuales a su vez, se agrupan en paquetes mayores compuestos de 10 paquetes, las normas de comercialización de los bulbos son: calibre mínimo de 8 cm para las grandes flores y 5 cm para los *Gladiolus colvillei* y tipos próximos. El tipo de empomado (disposición de las flores dentro del pomo) en gladiolo es, en cualquier caso, "a cabeza", el pomo se ve desde arriba, debido a que su misión es la de ser el elemento principal en una composición floral, o bien a que su compra puede ser en unidades individuales. Esto se consigue igualando la longitud del tallo, cortándolo según la medida de la calidad correspondiente.

Categorías de flor cortada: cada flor debe llevar al menos 5 hojas.

Categoría extra: más de 100 cm y 12 flósculos como mínimo.

Categoría I: 80 cm y 8 flósculos.

Categoría II: 60 cm y 6 flósculos (Vidalie, 1992).

### 2.2.15. Conservación de bulbos.

Arranque y secado:

Los bulbos se arrancaran después de la poda de tallos, a algunos centímetros.

El secado es muy importante, pues permite luchar contra enfermedades que provocan gran parte de las podredumbres. Se debe realizar lo antes posible después del arrancado. Si el tiempo es seco y caluroso se puede realizar al aire libre. La temperatura será de 25°C durante 5 u ocho días en un local ventilado, donde tiene lugar la separación de los cormos. Limpieza, secado, selección y calibrado. El calibrado se realizará con calibradoras especiales (Vidalie, 1992).

Enfermedades en la conservación:

*Penicillium gladioli* y *Rhizopus arrizus*. Hongos responsables de la pudrición de bulbos en este periodo. Ambos penetran por las heridas que hayan podido recibir los cormos durante su manipulación. El control de estos hongos se centra en el buen manejo de los cormos.

*Septoria* y *Fusarium*. Hongos pueden llegar a inutilizar totalmente los cormos. Las lesiones de *Septoria* se manifiestan como pequeñas manchas circulares, que varían color pardo a morado dando lugar a la momificación del cormo y por tanto su inutilización. Los cormos infectados por *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli*, muestran una pudrición en los anillos concéntricos de su estructura, comenzando las lesiones en la parte inferior del cormo (Infoagro, 2010).

### 2.3. Enfermedades del Gladiolo.

Los principales problemas fitosanitarios en el cultivo del gladiolo, se deben a daños por enfermedades que ocasionan graves pérdidas económicas en las zonas productoras de esta flor; son ocasionados por agentes fungosos como: *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* (Massey) Snyder y Hansen, *Verticillium dahliae* K, *Botrytis cinérea* Pers., *Rhizoctonia solani* Kühn, *Stromatinia gladioli* (Drayt.) Whet, *Curvularia trifolii* f. sp. *gladioli* Boerema y Hamers, y *Uromyces transversalis*, G. Winter; ésta última es una de las enfermedades más importante, ya que limita la comercialización de gladiolo a otros países y ocasiona grandes pérdidas económicas. (Mayo-Junio, 2009).

Los hongos fitopatógenos con origen en el suelo los encontramos ocasionando daño en todo suelo de los ecosistemas y agroecosistemas del mundo. Algunos géneros y especies presentan una gran capacidad de adaptación y se encuentran ampliamente distribuidos, mientras que otros presentan características de adaptación limitada o sumamente especializada, lo cual restringe su distribución ( Cook & Baker, 1983) esta capacidad adaptativa de los hongos fitopatógenos depende en gran medida del grado de relación que han desarrollado en las plantas hospedantes, es decir, si son parásitos obligados, parásitos facultativos, o saprofitos facultativos. La cantidad de estudios e investigaciones en algunos grupos depende en gran parte de la importancia económica de los cultivos o plantas que dañan.

Los suelos de la comarca lagunera se encuentran infestados con algunos de los fitopatógenos importantes del mundo en muchas de sus áreas agrícolas, como son *Fusarium oxysporum* y sus formas especiales, *Macrophomina*

*phaseolina*, *Phymatotrichopsis omnívora*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae*, y posiblemente *Pythium* spp.

La importancia de estos fitopatógenos radica en el amplio rango de hospederos, lo cual implica afectación a los principales cultivos de la región; supervivencia en el suelo por periodos prolongados (varios años) aún en ausencia de cultivos, debido a su capacidad para formar estructuras de resistencia y subsistir como saprófitos. Esta última condición resulta controversial con la recomendación que se hace para el manejo de estos fitopatógenos, consiste en la adición de materia orgánica para favorecer el desarrollo de la microflora antagónica, particularmente *Trichoderma*, género reconocido por su antagonismo a la mayoría de los fitopatógenos del suelo previamente mencionados.

Además, otros hongos como *Alternaria*, *Aspergillus*, *Curvularia* y *Penicillium* también persisten en el suelo como saprofitos y ocasionalmente, si el estado de la planta y condiciones ambientales los favorecen, pueden afectar a los cultivos.

#### **2.4. Importancia de los fitopatógenos del suelo.**

La importancia de los hongos fitopatógenos del suelo que atacan la raíz, no se limita sólo al daño que ocasionan en las plantas hospedantes, sino también debe considerarse el papel que juegan dentro de las cadenas tróficas y las diversas relaciones que establecen con otros microorganismos del suelo (Agrios 1988, Lumsden 1981).

Pocos son los trabajos realizados bajo un enfoque ecológico, sobre la relación fitopatógenos-plantas hospederas tanto en los sistemas naturales como

en los agroecosistemas (Harper 1990), a nivel de poblaciones o de comunidades, y que analicen los cambios en su dinámica temporal y espacial debido a las diferentes actividades de perturbación y manejo de los sistemas.

El éxito de un fitopatógeno para infectar, colonizar e inducir una serie de síntomas en su hospedante, depende de la capacidad para producir y secretar metabolitos dañinos a la planta. Metabolitos, producidos en su mayoría por algunas especies de bacterias y hongos, conocidas como toxinas. Las toxinas pueden alterar directa o indirectamente el movimiento de agua, iones y otros compuestos a través de las membranas celulares y tejidos vasculares, inhibir algunas enzimas, alterar las funciones de reguladores de crecimiento o inhibir procesos vitales para la fotosíntesis, generación de moléculas altamente energéticas (síntesis de adenosin trifosfato, ATP), el metabolismo de ácidos nucleicos y síntesis de proteínas entre otras.

### **2.5. Importancia de *Fusarium* y *Verticillium***

En los géneros de hongos que producen marchitamiento se encuentran *Fusarium* y *Verticillium*. Que ellos ocasionan enfermedades graves y de amplia distribución ya que atacan varias especies de cultivos importantes (Agrios, 1999).

*F. oxysporum* produce marchitamiento vascular principalmente en flores y hortalizas anuales, plantas herbáceas perennes de ornato, plantas de cultivo, maleza y en la mimosa (árbol de seda). Diferentes plantas hospedantes son atacadas por formas especiales del hongo. El hongo que ataca el tomate se designa como *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*; el de las cucurbitáceas,

*Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*; en col, *Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutinans*; en plátano, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*; en algodónero, *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*; el del clavel, *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthii*; el del crisantemo, *Fusarium oxysporum* f. sp. *chrysanthemi*; el del gladiolo, *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli*, etcétera. (Agrios, 1999).

Actualmente, en la producción comercial de gladiolas, solo es posible sembrar una vez (o dos en el mejor de los casos) estas plantas en el mismo terreno y esperar de seis a ocho años para volver a cultivarlas en el mismo lugar, sin el riesgo de tener problemas fitopatológicos fuertes. En algunos casos, ha sido posible disminuir la enfermedad causada por *Fusarium* 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 (90%) y amoniacal (10%) permite un mejor control de la enfermedad. Sin embargo, una alta fertilización nitrogenada favorece la pudrición del bulbo (Woltz y Magie, 1975).

La pudrición y marchitamiento ocasionado por especies de *Fusarium*, es uno de los problemas más graves a los que se enfrenta el cultivo de la gladiola en todo el mundo, por lo que es necesario generar material propagativo sano, resistente a la enfermedad o aplicar algún tipo de control biológico. La endomicorriza arbuscular es una simbiosis que se establece entre ciertos hongos del orden Glomales y una alta diversidad de especies vegetales que mejoran la nutrición de la planta, y le proveen a las plantas una cierta defensa contra el ataque de patógenos.

*Verticillium* ocasiona el marchitamiento vascular de flores, hortalizas, plantas de cultivo, malas hierbas anuales, plantas de ornato perenne, árboles frutales y forestales y de maleza perenne, etc. Este hongo tienen dos especies (*Verticillium albo-atrum* y *Verticillium dahliae*) y ataca a centenares de clases de plantas produciendo marchitamiento y pérdidas variables (Agrios, 1999).

Los hongos que producen marchitamiento vascular en las plantas, *Fusarium* y *Verticillium* son habitantes naturales del suelo. Ambos patógenos afectan a las plantas a través de su raíz, en la que penetra directamente o a través de heridas. Muchos nematodos parásitos que viven en el suelo contaminante incrementan la incidencia del marchitamiento por *Fusarium* y *Verticillium*, quizás debido a que proporcionan un mayor número de puntos efectivos de penetración.

Tan pronto como llega a la raíz de la planta, el micelio del hongo se extiende hasta los vasos xilémicos, donde forma microesclerocios (en el caso de *Verticillium*) o conidios (en el caso de ambos), subsecuentemente el micelio y esporas del hongo ascienden en la planta a través de sus vasos xilémicos, siendo llevados por el transporte de agua. *Fusarium* hiberna en el suelo o restos de las plantas en forma de esporas asexuales de pared gruesa denominada clamidiosporas, o bien en forma de micelio o conidios en los restos vegetales.

*Verticillium* hiberna en el suelo en forma de microesclerocios o en forma de micelio en plantas perennes y en restos vegetales. Ambos hongos producen únicamente esporas asexuales, son organismos saprofitos, y una vez que se introducen en un terreno de cultivo, se establecen ahí por tiempo indefinido,

aunque su número poblacional varía en forma considerable, dependiendo de la susceptibilidad y tiempo de cultivo de la planta hospedante en el campo.

*Fusarium* y *Verticillium* se propagan en el suelo en menor grado en forma de micelio que se desarrolla en la raíz o restos de plantas; lo hacen principalmente en forma de micelio, esporas o esclerocios llevados por el agua del suelo, equipo agrícola, trasplante, tubérculos, semilla de algunas plantas, esquejes de plantas infectadas y, en algunos casos, en forma de esporas o esclerocios llevados por el viento (Agrios, 1999).

## **2.6. Importancia de *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli*.**

*Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* causa una enfermedad muy frecuente y grave en el cultivo del gladiolo. Los síntomas se manifiestan en todo los órganos de la planta: sobre las hojas produce un amarillamiento, inicialmente apical, luego total y desecación progresiva de las plantas.

También es frecuente la aparición de astas de toro, hojas que en sus primeros estadios de desarrollo se curvan tomando el aspecto de cuerno. Las plantas afectadas destacan claramente del resto por su forma y su tamaño, que queda raquítico; se reduce el número de flores. Sobre bulbos produce podredumbre, cerca de la base o en la misma base del bulbo, de coloración marrón claro, poco visible al principio, que después evoluciona a marrón oscuro o negro, con textura escamosa cuando el bulbo se seca.

Estos síntomas en almacén evolucionan hasta la momificación del bulbo, de textura esponjosa y dura, muy similar a la podredumbre seca de la papa. En campo es normal que en el arranque no se encuentre el cormo, que se habrá

podrido dejando muy poco o ningún rastro. Cuando *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* afecta los cormos se observa pudrición en los anillos concéntricos de su estructura y las lesiones inician en la parte inferior de éste, justo donde inician las raicillas, por lo que los síntomas son amarillamiento foliar y, posteriormente, la muerte de las plantas (López, 1989).

### **2.6.1 Ciclo de la enfermedad.**

*F. oxysporum* f. sp. *gladioli* patógeno del gladiolo y otras plantas de ornato, sobrevive en restos vegetales o como clamidiosporas que perduran por varios años en el suelo, se extiende con facilidad durante almacenamiento mediante conidios; se ha demostrado en distintos huéspedes el desarrollo del patógeno a partir de cormos o bulbos infectados causando la infección de plantas vecinas, y en *Gladiolus* se ha demostrado la existencia de infecciones latentes del cormo. La transmisión a distancia se da mayormente por bulbos infectados. Localmente se propaga por el agua de riego o aire así como siembra de material infectado.

### **2.6.2. Condiciones favorables.**

Es un hongo de temperatura cálida; el desarrollo óptimo se presenta a 20 °C o con un rango de 12 a 28 °C. Temperatura que acompañada de una alta humedad relativa, días cortos de baja intensidad lumínica favorecen el desarrollo de la enfermedad. Otros factores son suelo ácido, arenoso, con bajo pH, pobre en nitrógeno y alto suministro de potasio. Las heridas ocasionadas a la raíz por maquinaria o nematodos como *Meloidogyne incognita* aumentan la

susceptibilidad al marchitamiento y favorecen el desarrollo del hongo (Anaya y Romero, 1999).

### **2.6.3. Rango de hospederos.**

*Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* causa podredumbre del cormo y clorosis foliar en *Gladiolus* y enfermedades similares en *Crocus*, *Freesia*, *Iris* bulboso, *Ixia* y algunas otras Iridiaceae. Los aislados de *Gladiolus* en general son muy patogénicos para *Iris*, aunque los aislados de *Iris* solo son levemente patogénicos para *Gladiolus*. Asimismo los aislados de cultivares de *Gladiolus* de flor grande infectan con facilidad a cultivares tempranos de *G. x nanus* y de *G. x colvillei*, aunque los aislados de los últimos apenas infectan a los gladiolos de flores grandes; observaciones que sugieren una variación considerable de patogenicidad respecto a los distintos huéspedes, dentro de lo que se han observado diferencias claras de susceptibilidad entre cultivares

### **2.7. Distribución.**

El patógeno se encuentra en todos los lugares donde se cultivan *Gladiolus* e *Iris*; en los países mediterráneos, en Florida (USA) y en otras regiones subtropicales.

En México se encuentra distribuida en el Bajío, Sinaloa, Morelos, Estado de México, y otras áreas de menor importancia.

## 2.8. Clasificación.

Taxonomía.

Según de Hoog *et al.* (2000) y Leslie and Summerell (2006), la clasificación de *Fusarium* es la siguiente:

Dominio: Eukarya

División: Ascomycota

Subdivisión: Pezizomycotina.

Clase: Sordariomycetes.

Subclase: Hypocreomycetidae.

Orden: Hipocreales

Familia: Hypocreaceae.

Género: *Hypocreae*

El anamorfo corresponde a *Fusarium oxysporum*

## 2.9. Manejo.

### 2.9.1. Control mediante prácticas de cultivo.

El manejo que se ha dado en el cultivo del gladiolo sobre *Fusarium oxysporum* f sp. *gladioli* ha sido la rotación del cultivo durante cinco años o más, secado rápido de los cormos, remoción de plantas afectadas, solarización del terreno, cubriéndolo con una película de plástico transparente disminuye la incidencia de la enfermedad, utilización de material propagativo sano, en algunos casos, ha sido posible disminuir la enfermedad causada por *Fusarium* incorporando suficiente cal al suelo para mantener valores de pH entre 6.5 a 7.0 además; se ha evaluado que la fertilización nitrogenada en forma de nitratos

(90%) y amoniacal (10%) permite un mejor control de la enfermedad (Woltz and Magie, 1975).

### **2.9.2. Control biológico.**

Un método alternativo al uso de químicos, es el control biológico, que se basa en el empleo de organismos o productos, con capacidad para reducir la población del agente causante de la enfermedad o evitar sus efectos (Hjeljord y Tronsom, 1998). Organismos conocidos como “Agentes de Control Biológico” (ACB), pueden ser patógenos hipovirulentos que compiten por el espacio y nutrimentos con las cepas silvestres; variedades resistentes a la enfermedad, u otros organismos que interfieran con la supervivencia del patógeno o con sus mecanismos para provocar la enfermedad (Whipps y Lumsden, 2001).

La principal ventaja que poseen los agentes de control biológico frente a los químicos es que debido a su complejo modo de acción, resulta improbable la aparición de cepas resistentes del patógeno. Además estos agentes de biocontrol suelen ser microorganismos pertenecientes a la flora autóctona, por lo que son compatibles con el medio ambiente. En algunos casos han resultado una alternativa real, siendo efectivos contra enfermedades para las que no existe el control químico, como por ejemplo el mal de pie del trigo causado por *Cryphonectria parasítica* y *Plasmodiophora brassicae* respectivamente (Whipps y Lumsden, 2001).

Muchas de las limitaciones que presenta el control biológico podrían resolverse con un mayor conocimiento de los agentes de control y mecanismos que estos ejercen. Potenciar tales mecanismos mediante la

obtención de cepas mejoradas que las hagan más competitivas frente a los agentes químicos es en la actualidad la línea de investigación más desarrollada.

A pesar de la investigación desarrollada, el control biológico tiene aún limitaciones. La principal es que además, de ser relativamente más caro, lento e imprevisible, en numerosas ocasiones el efecto no es suficiente para reemplazar a los agentes químicos en su totalidad (Chet e Invar, 1994).

El biocontrol actualmente ocupa un lugar importante en las prácticas de manejo de enfermedades de las plantas causadas por patógenos del suelo, principalmente *Fusarium* (Herrera-Estrella y Carsolio, 1998).

La experiencia hasta el momento ha dado resultados negativos: los bulbillos infectados inoculados con una cepa de *Trichoderma viride* Pers. ex Fr (que en pruebas realizadas <<in vitro>> inhibía fuertemente el desarrollo de *F. oxysporum* f. sp. *gladioli*) o un aislamiento de *F. oxysporum* de bulbo de gladiolo (en pruebas de patogenicidad dio una Cp. altamente negativa), dieron lugar a plantas cuya sanidad no difería significativamente de los testigos.

La endomicorriza arbuscular es una simbiosis que se establece entre ciertos hongos del orden Glomales y una alta diversidad de especies vegetales que mejora la nutrición de la planta.

La utilización de micorriza arbuscular, tanto *Glomus* sp Zac-19 como *G. agregatum*, favorecen el control biológico del daño ocasionado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* cuando se produce gladiola en suelos contaminados por este fitopatógeno, que causa mayores daños, tanto en la producción de flor como en la obtención de bulbo (Schonbeck and Dehne, 1977).

### **2.9.3. Control químico.**

El principal método de control que se emplea habitualmente contra los organismos causantes de las enfermedades de las plantas cultivadas es el uso de agentes químicos. Los productos químicos, aunque actúan rápidamente, por lo general son caros y constituyen un grupo de sustancias altamente tóxicas cuya persistencia en el medio ambiente conlleva graves problemas ecológicos como la contaminación del agua subterránea y entrada en la cadena alimenticia, la cual comprende gran cantidad de organismos, incluyendo en último término a los humanos (Cook y Baker, 1993).

El tratamiento que se les da a las plantas infectadas con el patógeno conocido como *fusarium oxysporum* con productos presentados como polvos como Thiram, Procimidone, y desinfección del suelo con Plocloraz, entre otros (Infojardin, 2010).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1. Colección de Muestras.**

Se usaron 20 plantas de gladiolo enfermas que fueron colectadas en Villa Guerrero, Estado de México y enviadas posteriormente, al laboratorio del Departamento de Parasitología ubicada en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Torreón Coahuila, para la observación y descripción de la enfermedad presente en ellas, mediante la utilización de los microscopios compuesto (Carl Zeiss. Serie: 19035814) y estereoscópico (Carl Zeiss. Serie: 2004001772). Así como también el análisis ocular.

#### **3.2. Descripción de la Enfermedad.**

##### **3.2.1. Observación a simple vista.**

Los días 17, 18, 19, 20, 24, 26 y 27 de Noviembre del 2009 se observaron externamente las hojas y cormos de las plantas colectadas para describir los síntomas principales, especialmente cambios de color, presencia de manchas y puntos necróticos, pudrición y marchitez. Además se realizó un corte transversal en la parte media de los cormos para observar el interior.

##### **3.2.2. Observación al microscopio estereoscópico.**

Las partes vegetales mencionadas también se observaron al microscopio estereoscópico (Carl Zeiss. Serie: 2004001772) para un análisis más detallado, especialmente en búsqueda de crecimientos externos e internos que indicaran la presencia de algún fitopatógeno, como hongos o bacterias.

### **3.3. Descripción del fitopatógeno.**

Cuando se encontraron estructuras de organismos, se tomaron con una aguja de disección y se depositaron en una gota de lactofenol previamente colocado en un portaobjetos; enseguida, sobre la muestra se colocó un cubreobjetos para el análisis al microscopio compuesto (Carl Zeiss. Serie: 19035814).

El análisis consistió en la identificación de las estructuras y descripción de la morfología y color.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

### **4.1. Colección de muestras.**

El número de muestras analizadas fue el total recibido en el laboratorio de parasitología, representativo del problema, ya que presentaban características similares en cuanto al desarrollo de la enfermedad.

#### **4.1.1. Observación a simple vista.**

Los síntomas observados en el follaje consistiendo en clorosis seguida de marchitez en la que el tejido adquirió una coloración café claro; los síntomas inician en la parte apical y avanza hacia la base de la planta; todas las plantas analizadas presentaron los mismos síntomas. El resultado final es que la planta se marchita por completo.

En la parte externa del cormo, sobre la corteza, se observaron estructuras filamentosas, blanquecinas. Al hacer el corte transversal de los cormos, internamente se observó un cambio de color, en forma de anillos color marrón, café-rojizo o café oscuro e incluso coloración negra por necrosis del tejido, lo que indica una pudrición muy avanzada.

Estos síntomas coinciden con los descritos para marchitez vascular, enfermedad extremadamente dañina, ampliamente distribuida, que afecta a numerosas plantas como algodónero y hortalizas, principalmente cucurbitáceas y solanáceas (Romero, 1988; Agrios, 1988), además de otras ornamentales como el crisantemo (Fry, 1982). En todos los casos, la enfermedad conduce a la muerte de la planta.

#### **4.1.2. Observación al microscopio estereoscópico.**

En el follaje clorótico o marchitamiento no se observó otro síntoma ni se encontraron estructuras de fitopatógenos. En la parte externa del cormo se encontraron pequeñas áreas circulares bien delimitadas, de color marrón que se observaron también en la base del cormo; cuando el tejido afectado se muere, presenta una coloración negruzca y textura escamosa. Las áreas afectadas están hundidas, con una clara línea de separación entre el tejido sano y enfermo.

Estos síntomas, especialmente por presencia de necrosis seca coinciden con los descritos para marchitez vascular en bulbo y tubérculo, comúnmente están asociados a alta humedad del suelo (Hooker, 1981).

Sobre los cormos, en estrecha asociación con las áreas necróticas se encontró micelio y esporas que en conjunto presentaron una coloración blanquecina. Estas estructuras se observaron el microscopio compuesto.

#### **4.2. Descripción del fitopatógeno.**

Sobre los cormos se encontró micelio y esporas de color blanquecino, que al observarlos al microscopio compuesto presentaron las siguientes características:

En la observación en el microscopio compuesto se encontraron estructuras alargadas, en forma de media luna, septadas con cuatro hasta nueve septas, la célula apical suele ser alargada y afilada, la basal en forma de pie, pero ambos extremos pueden ser alargados y afilados; estas estructuras son llamadas macroconidias. Así mismo se observaron estructuras pequeñas, con forma de

botella o de riñón y ocasionalmente, con una o dos septas, la base puede ser redonda o aguda denominados microconidios. También se encontraron estructuras grandes, circulares, hialinas, de pared lisa o rugosa y pueden observarse aisladas o en parejas, intercalares o terminales, llamadas clamidosporas.

Todas las estructuras observadas coinciden con la descripción de *Fusarium oxysporum* y por el cultivo en que se encuentra, el patógeno es *F. oxysporum* f. sp. *gladioli* (Romero, 1988; Toussoun and Nelson, 1976).

## V. CONCLUSIONES.

De acuerdo a la condición en que fue conducido el presente trabajo y resultados obtenidos, se concluye que:

- La enfermedad presente en las plantas de gladiolo colectadas en la región de Villa Guerrero, Estado de México es una marchitez vascular.
- El fitopatógeno causante de la marchitez vascular en las plantas de gladiolo es *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli*.

## VI. LITERATURA CITADA.

- Agrios, G. N. 1988. Plant Pathology. Third edition. Academic Press. New York. pp. 803.
- Agrios, G. N. 1999. Fitopatología. Segunda edición. Editorial Limusa. México. pp. 425-431.
- Anaya, R. S. y J. N. Romero. 1999. Hortalizas plagas y enfermedades. Primera edición. Editorial Trillas. México. pp. 34-36.
- Chet, I. and J. Inbar. 1994. Biological control of fungal pathogens. Appl. Biochem. Biotechnol. 48:37-43.
- Cook R.J. and K. F. Baker. 1983. The nature and practice of biological control of plant. Pathogens. 58: 142-152.
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de México. 2010. Superficie cultivada de gladiolo. [En línea]. <http://www.cesavem.org/index.php?accion=ornamentales> . [Fecha de consulta 16/08/2010].
- de Hoog, G. S., J. Guarro., J. Gene., and M. J. Figueras. 2000. Atlas of clinical fungi, central bureau voors. Schimmecultures, Utrecht, The Netherlands. Universitat. Rovira; Virgili, Reus, Spain. pp. 1126.
- Fajardo, C. E., E. L. Martín., A. Hernández., M. Cruz. y M. Alemán. 2009. Patógenos fungosos y bacterianos detectados afectando plantas ornamentales en la provincia de Villa Clara. [En línea]. <http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=2009/CU/CU0902.xml:CU2009100686> . [Fecha de consulta 15/08/2010].
- Forburg, J. L. 1975. Diseases of ornamental plants. University of Illinois Press. USA.
- Fry, W. E. 1982. Principles of plant disease management. Academic Press. New York. pp. 378.
- Harper, J. L. 1990. Pests, Pathogens and Plant Communities: An Introduction. In: Pests, Pathogens and Plants Communities. Burdon, J. J. and Leather, S.R. (eds.). Blackwell Scientific. Publications Oxford. pp. 3-14.
- Herrera-Estrella, A. y C. Carsorio. 1998. Medio ambiente, control biológico y hongos parásitos. Avance y perspectivas. pp. 17:195-204.

- Hjeljord, L. and A. Tronsmo. 1998. *Trichoderma* and *Gliocladium* in biological control: an overview. En *Trichoderma & Gliocladium*. Vol. 2 Harman, G. E. and C. P. Kubicek, (eds). London. pp. 131-152.
- Hooker, W. J. 1981. Compendium of potato diseases. The American Phytopathological Society. St. Pont. Minnesota, U.S.A. pp. 125.
- Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal. 2010. Enciclopedia de los municipios del Estado de México. Villa Guerrero. [En línea]. <http://www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/mexico/mpios/15113a.htm>. [Fecha de consulta 17/07/2010].
- Infoagro. 2010 El cultivo del gladiolo. Parte 1 y 2. [En línea]. <http://www.infoagro.com/flores/flores/gladiolo.htm>. [Fecha de consulta 17/07/2010].
- Infojardin. 2010. Gladiolo plagas y enfermedades. [En línea]. <http://articulos.infojardin.com/bulbosas/gladiolo.htm>. [Fecha de consulta 20/07/2010].
- Larson, R. A. 1992. Introducción a la floricultura. Editorial Academic Press. San Diego. California. pp. 144-154.
- Larson, R. A. 2004. Introducción a la floricultura. Editorial AGT. México, DF. pp. 147-160.
- Leslie, J. F. and B. A. Summerell. 2006. The *Fusarium* Laboratory Manual. Blackwell Publishing. pp. 369.
- Leszczyńska, B. H. 1989. Cultivo de gladiola. Memorias Primer Congreso Nacional sobre Floricultura en México. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Mex. pp. 248-264.
- Leszczyńska, B. H. y M. W. Borys. 1994. Gladiola. Editorial EDAMEX. México, DF.
- Leyva, M. S. G. 1992. Enfermedades del gladiolo. Memoria de curso de acreditación técnica en el manejo y certificación fitosanitaria de ornamentales. Chapingo, México. pp. 61-73.
- Lopez, M. J. 1989. Producción de claveles y gladiolos. Mundi-Prensa. Madrid, España.

- Lumsden, R. D. 1981. Ecology of Mycoparasitism. In: the fungal community. Its organization and role ecosystem. Wick Low, D.T. y Carroll, G.C. (eds.), Mycology Serie. Marcel Dekker, inc. New York. pp. 295-318.
- Ochoa, M. D. L. 1994. Detección y factores epidemiológicos de la virosis del crisantemo (*Dendanthema grandiflora* cv. "Polaris") y prácticas de manejo para la marchitez del clavel (*Dianthus caryophyllus*) y pudrición del tallo del gladiolo (*Gladiolus grandiflorus*). Tesis Maestro en Ciencias. Instituto de fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. México.
- Refdoc. 2010. Response of gladiolus (*Gladiolus spp.*) plants after exposure corms to chitosan and hot water treatments. [En línea]. <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=21539130>. [Fecha de consulta 17/08/2010].
- Roebroeck, E. J. A. and J.J. Mes. 2010. Biological control of *Fusarium* in *Gladiolus* with non-pathogenic *Fusarium* isolates. [En línea]. [http://www.actahort.org/books/325/325\\_112.htm](http://www.actahort.org/books/325/325_112.htm) [fecha de consulta 17/08/2010].
- Romero, C. S. 1988. Hongos Fitopatógenos. Universidad Autónoma de Chapingo. Dirección del Patronato Universitario. A. C. pp. 347.
- Schonbeck, F. and H. S. Dehne. 1977. Damage to mycorrhizal and non-mycorrhizal cotton seedlings by *Thielviopsis basicola*. Plant Disease Rep. pp. 62:266.
- Toussonun T., A. y P.E. Nelson. 1976. A pictorial guide to the identification of *Fusarium* species. The Pennsylvania State University Press. Second Edition. University Park and London. pp. 41.
- Vidalie, H. 1992. Producción de flores y plantas ornamentales. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 249-256.
- Villa Guerrero. 2010. Villa Guerrero, Estado de México. [En línea]. <http://www.villaguerrero.com.mx/Actividad.html> [fecha de consulta 18/08/2010].
- Whipps, J. M. and R.D. Lumsden. 2001. Commercial Use of fungi as plant Disease Biological Control Agents: Status and Prospects. En: Fungi as Biocontrol Agents. Progress, problems and potential. Butt, T. M., C. W. Jackson and N. Magan, (eds.). Wallingford, Uk: CABI Publishing.

- Woltz, S. S. and R. O. Magie. 1975. *Gladiolus-Fusarium* disease reduction by soil fertility adjustment. Proc.Fla St. Hort. Soc. pp. 88: 559-562.
- Woltz, S.S., R. O. Magie, C. Switkin., P.E. Nelson and T. A. Tousson. 1977. *Gladiolus* disease response to pre-storage corm inoculation with *Fusarium* species.plant Disease. pp. 62: 134-137.