

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

MAESTRÍA EN PROTECCIÓN VEGETAL

**EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS Y DE UN MICOPATÓGENO PARA
EL COMBATE DE LA ROYA DEL GLADIOLO
EN ZACUALPAN ESTADO DE MÉXICO**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE**

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN PROTECCIÓN VEGETAL**

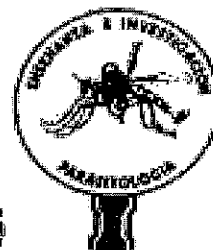
PRESENTA:

HERNÁNDEZ BALTAZAR IVAN ANTONIO



**DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES**

CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO, ABRIL DE 2009.

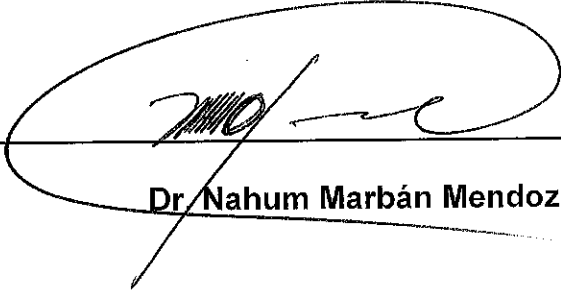


EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS Y DE UN MICOPATÓGENO PARA EL COMBATE DE LA ROYA DEL GLADIOLO EN ZACUALPAN ESTADO DE MÉXICO

Tesis realizada **Iván Antonio Hernández Baltazar**, bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

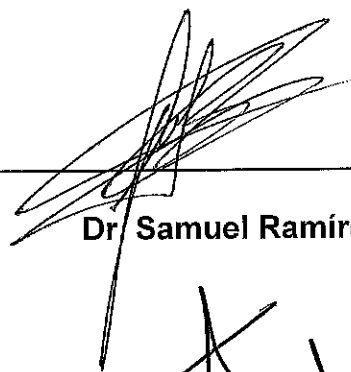
MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

DIRECTOR:



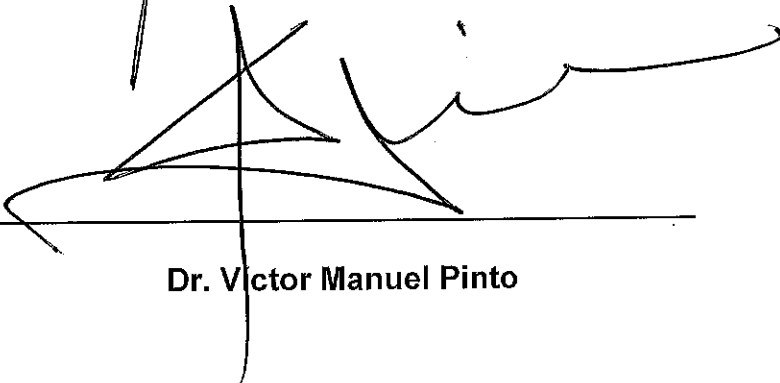
Dr. Nahum Marbán Mendoza

ASESOR:



Dr. Samuel Ramírez Alarcón

ASESOR:



Dr. Víctor Manuel Pinto

Chapingo, Estado de México. Abril, 2009

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo, por ser un lugar lleno de esperanza y conocimiento.

A mis excelentes maestros del programa de estudios de posgrado en Protección Vegetal quienes me transmitieron numerosos conocimientos

A mi Comité Asesor: Dr. Nahum Marbán Mendoza por su invaluable apoyo en la dirección y revisión de esta tesis, así como por motivarme a ser una persona crítica y pertinente ante cualquier situación. Al Dr. Samuel Ramírez Alarcón por transmitirme su pasión por el Control Biológico. Dr. Víctor Manuel Pinto quien ha sido un excelente coordinador siempre dispuesto a dar consejo y apoyo a quienes se lo hemos solicitado.

Al M.C. Alfonso Cano del Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de México por darme la oportunidad de trabajar en conjunto y facilitarme los productos químicos y apoyo logístico.

A la Dr. Raquel Alatorre Rosas y personal del su laboratorio en el Colegio de Postgraduados por proporcionarme la cepa de *Verticillium lecanii* así como su amable asesoría y apoyo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por financiar mis estudios de maestría.

A los todos los trabajadores del departamento por tantas atenciones y amabilidad durante el trabajo y convivencia.

DEDICATORIA

Especialmente a mi mamá y familia por su apoyo cariño y ejemplo que han sido sólidos pilares durante mi vida personal y académica.

Porque que tu existencia y amor me han dado la fuerza para superarme, este logro de y por lo dos ALE, te amo

A la familia Sandoval Jiménez por su cariño y confianza.

A mis valiosos amigos y amigas con quienes he compartido tantas vivencias, emociones y aventuras les reitero mi total cariño.

DATOS BIBLIOGRÁFICOS

Biol. Iván Antonio Hernández Baltázar

Nació en México, D.F el 24 de julio de 1976.

Curso su la licenciatura en biología en la Universidad Nacional Autónoma de México.

Realizó estudios de maestría en ciencias en protección vegetal en la Universidad Autónoma Chapingo en el Departamento de Parasitología Agrícola.

Ha asistido a seminarios y congresos nacionales e internacionales relacionados con ecología, control biológico y desarrollo sustentable.

Como biólogo ha participando en proyectos de investigación en ecología vegetal, en este mismo ámbito realizó inventarios florísticos y proyectos de ecoturismo.

En el campo de la protección vegetal ha brindado sus servicios profesionales dando asesoría en el manejo integrado de plagas y enfermedades en hortalizas y maíz

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN Y ABSTRACT	iv

CAPITULO 1

EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS SISTÉMICOS Y DE CONTACTO PARA EL COMBATE DE LA ROYA DEL GLADIOLO (*UROMYCES TRANSVERSALIS*) EN ZACUALPAN ESTADO DE MÉXICO

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Objetivos	2
2	REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1	Producción de gladiolo	4
2.2	Origen y clasificación taxonómica	4
2.3	Descripción botánica	5
2.4	Requerimientos edafoclimáticos	7
2.5	Labores culturales	10
2.6	Cultivo para flor de corte	11
2.7	Producción de cormos	12
2.8	Insectos que afectan al gladiolo	13
3	<i>UROMYCES TRANSVERSALIS</i> (THUM) WINTER	15
3.1	Nombres comunes	15
3.2	Distribución geográfica	15
3.3	Importancia	15
3.4	Antecedentes históricos	16
3.5	Síntomas	17
3.6	Clasificación taxonómica	18
3.7	Morfología	18
3.8	Epidemiología	20
3.9	Cultivares resistentes	21
3.10	Medidas para el combate de <i>Uromyces transversalis</i>	21

4	COMBATE QUIMICO DE <i>UROMYCES TRANSVERSLIS</i>	23
4.1	Fungicidas	23
4.2	Fungicidas de contacto	23
4.3	Fungicidas sistémicos	24
4.4	Antecedentes del combate químico de <i>U. transversalis</i>	24
4.5	Fungicidas empleados en este trabajo para el combate de <i>U. transversalis</i>	26
4.5.1	Clorofenoles o nitrilos	26
4.5.2	Estrobirulinas	26
4.5.3	Triazoles	28
4.5.4	Carboxamidas	29
4.5.5	Anilidas	30
4.5.6	Piperazina	30
5	OTRAS ENFERMEDADE QUE AFECTAN AL GLADIOLO	32
5.1	<i>Fusarium oxisporum</i> f. sp. <i>gladioli</i> (Massey) Snyder et Hansen	32
5.2	<i>Stromatinia gladioli</i> (Drayt.) Whets.	33
5.3	<i>Botrytis gladiolorum</i> Timmermans	34
5.4	<i>Curvularia gladioli</i>	35
5.5	<i>Septoria gladioli</i> Pass.	36
5.6	<i>Penicillium gladioli</i> McCull. Et Thom	36
5.7	<i>Pseudomanas marginata</i> (McCull.) Stapp.	37
5.8	Cucumer Mosaic Virus (CMV)	37
6	MATERIALES Y MÉTODOS	39
6.1	Descripción del área de estudio	39
6.2	Fungicidas evaluados	40
6.3	Diseño experimental	41
6.4	Aplicación de los tratamientos	43
6.5	Evaluaciones	44
6.6	Variables evaluadas	44

6.7	Análisis estadístico	45
7	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
7.1	Pre evaluación	47
7.2	Porcentaje de severidad y eficacia en la primera aplicación	47
7.3	Porcentaje de severidad y eficacia en la segunda aplicación	49
7.4	Porcentaje de severidad y eficacia en la tercera aplicación	51
7.5	Porcentaje de severidad y eficacia en la cuarta aplicación	53
7.6	Porcentaje de severidad y eficacia en la quinta aplicación	55
7.7	Diámetro del corno	63
7.8	Correlación entre la severidad y el diámetro del corno	65
8	CONCLUSIONES	67
9	LITERATURA CONSULTADA	69

CAPITULO 2

POTENCIAL DE *VERTICILLIUM LECANII* COMO MICOPARASITO DE LA ROYA DEL GLADIOLO (*UROMYCES TRANSVERSALIS*)

1	INTRODUCCIÓN	74
1.1	OBJETIVO	75
2	REVISIÓN DE LITERATURA	76
2.1	Micoparasitismo	76
2.2	<i>Verticillium lecanii</i> (Zimm.) Viegas.	76
2.2.1	Distribución	76
2.2.2	Importancia	76
2.2.3	Clasificación taxonómica	77
2.2.4	Morfología	77
2.2.5	Forma comercial	77
2.2.6	Mecanismo de acción	77
2.2.7	Antecedentes	78
3	MATERIAL Y MÉTODO	79
3.1	Lugar de la investigación	79
3.2	Obtención de conidios	79
3.3	Aplicación en campo	81
3.4	Evaluaciones	81
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	82
5	CONCLUSIONES	83
6	LITERATURA CONSULTADA	84

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
CAPITULO 1	
1. Estadísticas nacionales de gladiolo obtenidas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP 2007).	4
2. Clasificación de cormos de gladiolo, por la Asamblea Norteamericana de Gladiolos.	13
3. Fungicidas evaluados para el combate de <i>Uromyces transversalis</i> .	41
4. Tratamientos con sus correspondientes fungicidas sistémicos y de contacto aplicados de forma intercalada durante cinco semanas.	43
5. Evaluación de los tratamientos en la primera aplicación. Se muestran los tratamientos con sus valores promedio en cuanto al porcentaje de severidad y porcentaje de eficacia. Con letras diferentes se indican las diferencias significativas Tukey ($p<0.05$).	48
6. Evaluación de los tratamientos en la segunda aplicación. Se muestran los tratamientos con sus valores promedio en cuanto al porcentaje de severidad y porcentaje de eficacia. Con letras diferentes se indican las diferencias significativas Tukey ($p<0.05$).	50
7. Evaluación de los tratamientos en la tercera aplicación. Se muestran los tratamientos con sus valores promedio en cuanto al porcentaje de severidad y porcentaje de eficacia con letras diferentes se indican las diferencias significativas Tukey ($p<0.05$).	52
8. Evaluación de los tratamientos en la cuarta aplicación. Se muestran los tratamientos con sus valores promedio en cuanto al porcentaje de severidad y porcentaje de eficacia. Con letras diferentes se indican las diferencias significativas Tukey ($p<0.05$).	54
9. Evaluación de los tratamientos en la quinta aplicación. Se muestran los tratamientos con sus valores promedio en cuanto al porcentaje de severidad y porcentaje de eficacia. Con letras diferentes se indican las diferencias significativas Tukey ($p<0.05$).	56

INDICE DE FIGURAS

FIGURAS	PÁGINA
CAPITULO 1	
1. Planta de gladiolo con inflorsencia.	6
2. Cormos de distintos tamaños que se obtienen a partir del corno madre.	7
3. Síntomas de la roya del gladiolo.	17
4. Uredia de <i>U. transversalis</i> sobre una hoja de gladiolo.	18
5. Uredosporas de <i>U. transversalis</i> .	19
6. Telias de <i>U. transversalis</i> de color oscuro y rodeando a la uredia.	19
7. Teliosporas de <i>U. transversalis</i> color ambar oro.	20
8. Localización de la zona de trabajo: Mapa del Estado de México donde se señala Zacualpan.	39
9. Parcela experimental donde se muestran los tratamientos marcados por estacas de madera.	41
10. Aplicación de los fungicidas en la parcela experimental.	44
11. Porcentaje de severidad de cada tratamiento durante las cinco evaluaciones semanales.	49
12. Tratamientos que mostraron un combate excelente de <i>U. transversalis</i> .	60
13. Tratamientos que mostraron un combate medio de <i>U. transversalis</i> .	60
14. Tratamientos donde el combate de la roya del gladiolo es malo.	61
15. Testigo regional donde el combate de <i>U. transversalis</i> es casi nulo	61
16. Comparación entre el testigo absoluto con uno de los mejores tratamientos. A la izquierda se muestra el testigo absoluto y a la derecha el tratamiento (Te + Ox y C)	62

17. Figura 17. Diámetro promedio del los cormos al final de las aplicaciones, con letras diferentes se indican las diferencias significativas entre los tratamientos Tukey ($p < 0.05$). 63
18. Correlación entre la severidad causada por *U. Transversalis* y el diámetro del corno ($\alpha < 0.05$) la r^2 obtenida fue de de 0.9914. 66

CAPITULO 2

1. Bolsa con arroz micelio y conidios de *V. lecanii* después de ser molidos. 79
2. Tamizado del arroz, micelio y conidios de *V. lecanii*. 80
3. Bolsa con micelio y conidios de *Verticillium lecanii*. 80
4. Micelio de *V. lecanii* donde se observan fiálidas, verticiliadas con apariencia de ramas. 82
5. Micelio de *V. lecanii* cubriendo casi por completo las uredias de *U. Transversalis*. 83

EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS Y DE UN MICOPATÓGENO PARA EL COMBATE DE LA ROYA DEL GLADIOLO EN ZACUALPAN ESTADO DE MÉXICO.

ASSESSMENT OF FUNGICIDES AND A MYCOPATHOGEN AGAINST GLADIOLUS RUST IN ZACUALPAN STATE OF MÉXICO.

Iván Antonio Hernández Baltazar, Nahum Marbán Mendoza, Víctor Manuel Pinto, Samuel Ramírez Alarcón

RESUMEN

Nuestro objetivo principal fue encontrar un tratamiento eficaz para el combate de *Uromyces transversalis*. Se realizaron un total cinco aplicaciones semanales intercalando diferentes fungicidas sistémicos con uno de contacto. El diseño experimental fue en bloques al azar con 9 tratamientos y 3 repeticiones. La variable evaluada fue la severidad, muestreada en 15 plantas por tratamiento. También se realizó un análisis de correlación entre la severidad y el diámetro del cormo. Las mezclas de fungicidas azoxystrobin + difenoconazol y tebuconazole + oxycarboxin alternadas con el fungicida de contacto clorotalonil, presentaron un 100% de eficacia (Tukey α 0.05) comparados con el testigo absoluto. En el testigo regional solo con clorotalonil el control es casi nulo. Existe una correlación significativa e inversa (Tukey α 0.05) entre el porcentaje de severidad y el diámetro del cormo. *V. lecanii* como control biológico mostró 100% de efectividad bajo condiciones controladas (25 ± 2 °C)

Palabras clave: gladiolo, roya, *Uromyces transversalis*, fungicidas *Verticillium lecanii*

ABSTRACT

Our main objective was to find an effective treatment to control *Uromyces transversalis*, the causal agent of gladiolus rust. Five weakly applications were performed, alternating different systemic fungicides with contact ones. A randomize block with 3 repetitions and 9 treatments was the experimental design. Disease severity was the only parameter evaluated with time (weakly), were each sample was the average of 15 plants. This parameter was correlated with cormus diameter. Treatments were azoxystrobin + difenoconazol and tebuconazole + oxycarboxin mixtures alternating applications with clorotalonil contact fungicide. These were 100% effective (Tukey α 0.05) as compared against the untreated plot. Clorotalonil alone gave no control at all. A significant (Tukey α 0.05) inverse correlation between severity and corm diameter was also observed. The biocontrol agent *V. lecanii* was 100% effective against rust under incubation conditions (25 ± 2 °C)

Key Words: gladiolus, rust *Uromyces transversalis*, fungicides, *Verticillium lecanii*

CAPITULO 1

EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS SISTÉMICOS Y DE CONTACTO PARA EL COMBATE DE LA ROYA DEL GLADIOLO (*UROMYCES TRANSVERSALIS*) EN ZACUALPAN ESTADO DE MÉXICO

1 INTRODUCCIÓN

La floricultura ocupa un lugar importante en la economía y superficie cultivada de muchos países y dentro de esta actividad el gladiolo es una de las flores de corte más importantes (Larson, 1988). En nuestro país el gladiolo es una de las principales especies de exportación a los Estados Unidos y se encuentra entre las tres ornamentales con mayor superficie cultivada. La superficie nacional cultivada con gladiolo ha ido en aumento siendo los estados con mayor producción Puebla, Estado de México, Morelos y Michoacán (SIAP, 2007).

No obstante el auge e importancia económica de este cultivo, su desarrollo se ha visto limitado por la presencia de varias enfermedades de origen fungoso (Leszczyńska y Borys, 1994), de las cuales la roya del gladiolo es la que supone el mayor reto a superar, esto debido a que *Uromyces transversalis* es considerado de importancia cuarentenaria en Europa, Estados Unidos y México, situación que afecta la comercialización del gladiolo en los mercados nacional e internacional, y por ende la economía de los productores (Hernández, 2004). En este rubro, debido a la detección de *Uromyces Transversalis* muchos embarques Mexicanos fueron rechazados en Estados Unidos (USDA/APHIS, 2005).

Otro aspecto no menos importante es la disminución en el rendimiento hasta con pérdidas del 100% (Tombolato *et al.*, 2002), así como el incremento en el costo de producción debido a que el uso de fungicidas se ha vuelto indispensable para combatir a *U. transversalis* (Ferreira and Nevill, 1989). Por otro lado las restricciones cuarentenarias y esfuerzos de erradicación pueden ser muy costosos (Stebbins y Johnson, 2001).

Además Venancio, (2005) señala que en nuestro país varias de las principales zonas productoras presentan condiciones óptimas para el desarrollo de *Uromyces transversalis*

Dada esta situación en algunos trabajos recientes enfocados al combate de *Uromyces transversalis* se han probado aplicaciones continuas con fungicidas de los grupos estrobirulinas y triazoles (Rubi, 2006). Sin embargo Ferreira and Nevill, (1989) señalan que el continuo uso de triazoles puede resultar en razas resistentes de *U. transversalis* por lo que recomiendan alternarlos con fungicidas de contacto, sin embargo aun no se han probado estrategias de combate para la roya del gladiolo en los que se alternen fungicidas sistémicos con fungicidas de contacto. Esto a pesar de las recomendaciones de alternar la aplicación de fungicidas sistémicos o curativos con productos de contacto para evitar generar resistencia de los hongos (Barrera, 1998).

1.1 Objetivos

Determinar a partir de aplicaciones de 9 fungicidas sistémicos selectos alternados con un fungicida de contacto, cual es la mejor combinación para el combate de *Uromyces transversalis*

Evaluar la aplicación de un fungicida de contacto como opción viable para el combate de *Uromyces transversalis* en gladiolo

Establecer si existe una correlación entre el porcentaje de severidad causado por *Uromyces transversalis* y el diámetro del corno cosechado

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Producción de gladiolo

La superficie nacional cultivada con gladiolo ha ido en aumento, tal como lo muestran las estadísticas del 2005 (2,016.20 ha) al 2007 (3,754.45 ha), siendo los estados con mayor producción Puebla, México y Morelos (Cuadro 1; SIAP, 2007).

Cuadro 1. Estadísticas nacionales de gladiolo obtenidas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP 2007)

Ubicación	Sup. Sembrada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
PUEBLA	1,073.00	1,104,875.00	1,029.71	327.16	361,468.75
MEXICO	971.70	1,054,296.00	1,085.00	182.18	192,074.79
MORELOS	876.50	1,028,665.00	1,177.64	104.73	107,728.55
MICHOACAN	491.25	383,005.00	779.65	118.06	45,218.75
GUERRERO	232.00	161,694.00	696.96	139.72	22,592.05
VERACRUZ	110.00	73,100.00	850.00	95.00	6,944.50
	3,754.45	3,805,635.00	1,020.98	193.40	736,027.39

2.2 Origen y clasificación taxonómica

El gladiolo ya se cultivaba desde la época de los griegos y 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 también 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 la victoria (Leszczyńska y Borys, 1994).

Los cultivares hortícolas del gladiolo se han obtenido desde comienzos del siglo XIX producto del cruzamiento entre varias especies del género *Gladiolus* (Correa, 1974), este mismo autor sugiere que el origen de este género se

encuentra en Sudáfrica, donde se han hallado el mayor número de especies, por lo que este país también se considera como el centro de diversificación del género *Gladiolus*. Este género también se distribuye en el área mediterránea europea, Asia, África tropical y Sudáfrica y comprende aproximadamente 250 especies, de las cuales 163 son de África austral, 10 de Eurasia, 9 de Madagascar y las restantes de África tropical (Larson, 1988).

Clasificación taxonómica (Goldblatt *et al.*, 2001)

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Asparagales

Familia: Iridaceae

Género: *Gladiolus*

2.3 Descripción botánica

El gladiolo es una planta herbácea que se desarrolla a partir de un tallo subterráneo llamado cormo. Se caracterizan por su inflorescencia en espiga y cormos de renovación anual, que dan lugar a multitud de pequeños cormos. Las hojas salen todas de la base y varían entre 1 y 12, son alargadas, paralelinerves y lanceoladas, están recubiertas de una cutícula cerosa. Las inferiores están reducidas a vainas y las superiores son dísticas, de lineares a estrechamente lanceoladas. (Leszczyńska y Borys, 1994).

La Inflorescencia es una espiga larga con 12-20 flores que se origina en el eje terminal del tallo floral y contiene de 12 a 30 florecillas según la variedad. Las flores son ligera o acentuadamente zigomorfas y hermafroditas. El perigonio está compuesto por 6 tépalos subiguales, extendidos, recurvos, unidos en su base formando un tubo más o menos notable según la especie. El androceo está compuesto por 3 estambres, dispuestos unilateralmente y arqueados. Los filamentos de los estambres son filiformes y libres. Las anteras son

lineares. El ovario es ínfero, trilocular, con los lóculos pluriovulados, el estilo es filiforme y trifido (Tombolato *et al.*, 2002).

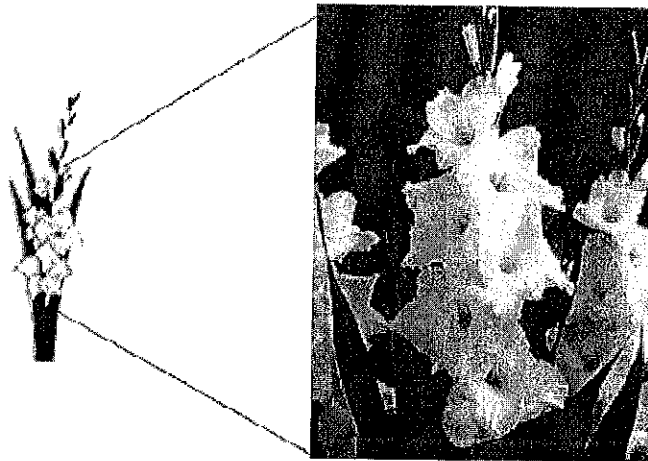


Figura 1. Planta de gladiolo con inflorsencia

El fruto: es una cápsula trilocular de consistencia membranosa, color oscuro, que contiene de 20 a 70 semillas haladas o marginadas y de 2.5-3 mm de diámetro. Los óvulos maduran en 30 días después de la fertilización (Salinger, 1991).

Presenta dos tipos de tallos, el subterráneo modificado llamado cormo rodeado por catáfilas y el tallo floral recubierto en la base por hojas (Vidalie, 1992). El cormo presenta una estructura sólida, que posee yemas principales y laterales, en contraste con el bulbo que está formado básicamente por escamas. La yema principal y las laterales se encuentran en la parte superior del cormo y están distribuidas una por anillo. Los cormos nuevos se forman por encima del cormo viejo, el cual con el desarrollo de la planta desaparece (Leszczyńska y Borys, 1994). En la base del cormo nuevo se forman los cormillos, su número puede ser abundante y depende de la variedad (Figura 2). Existen dos tipos principales de raíces, las fibrosas que se encuentran en la base del cormo madre con la función de anclaje y absorción, y las gruesas contráctiles ubicadas en la base del cormo nuevo (Leszczyńska y Boris, 1994)

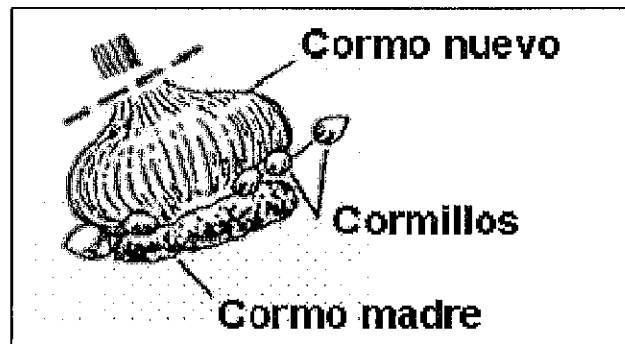


Figura 2. Cormos de distintos tamaños que se obtienen a partir del cormo madre

Las especies más importantes del género *Gladiolus* son: *Gladiolus cardinalis*, *G. primulinum*, *G. psittacinus*, *G. saunders* y *G. tristis*, todas de origen Sudafricano. Mediante cruzamientos entre estas especie se originaron híbridos de flores grandes y pequeñas, que en posteriores hibridaciones han dado origen a dos grupos de progenitores de los que se consideran de flor grande a *G. grandiflorus* y los híbridos de *G. primulus* (Verdaguer, 1981).

Los cultivares del gladiolo presentan diferentes épocas de floración, además de gran diversidad en tamaños, colores y formas de las flores así como de resistencia a enfermedades (Correa, 1974).

2.4 Requerimientos edafoclimáticos

Temperatura: el gladiolo se desarrolla adecuadamente en temperaturas que oscilan entre los 10 y 20 °C, pero su temperatura óptima es de 25 °C. Con temperaturas inferiores a 10 °C se detiene su crecimiento. Temperaturas nocturnas de 1 a 4 °C en cualquier etapa reducen la floración y calidad de la espiga. Debajo de cero grados la planta se quema por congelación. Resiste temperaturas extremas de hasta 40 °C, siempre y cuando haya una humedad relativa del 70% como mínimo y la del suelo se óptima (Vidalie, 1992).

Iluminación: el cultivo es muy exigente en luz, es considerado como una planta heliófita. A mayor temperatura el gladiolo requiere mayor luminosidad, con intensidad lumínica baja y día largo se incrementa la floración y calidad de la espiga, los días cortos permiten el crecimiento del bulbo (Bushman, 1985)

El gladiolo posee un fotoperíodo largo ya que florece cuando los días son mayores de 12 horas, por lo que requiere bastante luminosidad, la falta esta ocasiona el secado de la inflorescencia en la fase inicial de su crecimiento. Para mitigar esta situación existen cultivares de menor requerimiento de condiciones lumínicas también se puede reducir la densidad de plantación además de utilizar cormos de tamaños mas grade (Leszczyńska y Borys, 1994).

Humedad: el periodo más crítico del gladiolo es de la tercera hoja a la séptima hoja, es decir durante el desarrollo de la espiga floral (Bushman, 1985). La humedad aparente deberá estar comprendida entre 60 y 70%.

El estrés hídrico ocasiona una gran reducción en la fijación de CO₂ y en menor grado un retardo en el movimiento de asimilados en la inflorescencia los cuales son incrementados en el cormo (Robinson *et al.*, 1983) citado por (Gómez, 1979).

Suelo: la producción de flores exige terrenos nuevos o de una larga rotación y se recomienda utilizar suelos profundos con suficiente drenaje, los suelos ideales para el cultivo son los franco-arenosos pero el gladiolo tolera un amplia gama de texturas que van desde la arenas hasta las arcillas. El pH adecuado se encuentra entre 5.5 y 6.5 (Salinger, 1991).

En suelos arcillosos es indispensable un buen drenaje ya que el sistema radicular del gladiolo es muy frágil y se daña con la humedad excesiva del suelo o con escasa aireación, para este tipo de suelos se recomienda agregar abonos verdes estiércol o arena para mejorar la textura del suelo (Osuna, 1998).

Nutrición: el gladiolo es un cultivo exigente en nitrógeno la carencia de este se traduce en un menor número de flores y en inflorescencias más pequeñas, en casos extremos las hojas se decoloran y amarillean.

El exceso de este elemento favorece el desarrollo de la vegetación en detrimento del tamaño de las inflorescencias y en las variedades que tienen tendencia a arquearse se acentúa este problema, otra situación relacionada al exceso de nitrógeno es el crecimiento succulento que hace a la planta más susceptible a daños por plagas y enfermedades (Vidalie, 1992).

El fósforo es un elemento muy importante, siendo fundamental su aplicación en una relación equilibrada con el nitrógeno. Los síntomas de su deficiencia se pueden detectar por la coloración violácea de las hojas.

La deficiencia por potasio se muestra primero como amarillamiento de las hojas viejas y entre nervaduras de las hojas jóvenes. En caso de deficiencia severa se observa una quemadura de los bordes de la hoja, algunas consecuencias de estos son la floración atrasada, presencia de espigas cortas y débiles así como escaso desarrollo de cormos (Leszczyńska y Borys, 1994).

Dentro de los microelementos la deficiencia más común es el hierro y se corrige fácilmente agregando quelatos. La deficiencia en boro hace que las hojas se partan por los bordes y que disminuya el tamaño de la inflorescencia (Vidalie, 1992). Los gladiolos son plantas susceptibles a la salinidad por lo que el contenido de cloro debe ser menor de 3 mili-equivalentes por litro de suelo o sustrato y en el agua de riego no debe rebasar los 600 mg por litro de agua (Leszczyńska y Borys, 1994).

2.5 Labores culturales

Fertilización: durante el inicio del cultivo no se necesita agregar grandes aportaciones de fertilizante, ya que el gladiolo obtiene parte de sus necesidades del cormo que es una estructura de almacenar de nutrientes (Vidalie, 1992).

Una parte de los fertilizantes debe aplicarse antes de la siembra y los restantes se aconseja aplicarlos de forma fraccionada durante las fases de plantación, salida de la segunda hoja, salida de la cuarta hoja y cuando está la espiga floral entre las hojas.

En caso de terrenos francos se recomienda aplicar entre 600 y 700 kg·ha⁻¹ de un abono 6-18-28 pero cuando se utiliza el sistema de fertirrigación las dosis de abonado disminuyen considerablemente (Gómez, 1997).

El nitrógeno se debe suministrar un 25% en forma orgánica y un 75% en forma inorgánica, donde este último debe ser 70% de su total en forma nítrica y el resto en forma de amónico, ya que una mayor concentración de NH₄ hace más propensa a la planta a *Fusarium sp.* Los abonos de liberación lenta maximizan la absorción de nitrógeno y tienen muy bajo efecto salinizante. En suelos ácidos no se puede emplear superfosfato por lo que la fuente de fósforo debe ser el fosfato amónico (Leszczyńska y Boris, 1994).

Riego: antes de plantar los cormos se recomienda regar bien el suelo. Existen dos periodos de mayores requerimientos hídricos, el primero, en la fase de iniciación de la inflorescencia y desarrollo de las raíces contráctiles y el segundo directamente después de la floración, relacionado con el desarrollo de los cormos (Leszczyńska y Boris, 1994).

Escardas: mantener limpio el cultivo por medio de deshierbes y escardas muy ligeras sin recargarle mucha tierra al tallo y eliminar los brotes dejando uno por cormo. De la Rosa (2004) encontró que el Fluazasulfuron tiene un buen combate sobre la maleza

2.6 Cultivo para flor de corte

Preparación de los cormos: se emplean cormos con un diámetro mínimo de 2.5 cm en adelante, los cormos son extendidos y conservados a temperaturas medias de 10 a 15 °C o más bajas (un mes a 5 °C), y cinco o seis semanas antes de la plantación son colocados a una temperatura superior a 20 °C, con humedad relativa del 80%, y suficiente movimiento de aire entre los cormos. (Leszczyńska y Boris, 1994).

Plantación: los cormos deben colocarse de forma perpendicular al suelo, la profundidad de plantación depende del tipo de suelo y época de la plantación, en general en suelos ligeros se siembra más profundo que en suelos pesados. Cuando la producción se realiza al aire libre la distancia entre plantas es de 10-15 cm y la distancia entre líneas de 30 cm. Para asegurar una mayor resistencia al viento y evitar que las plantas se ladeen en la floración, se recomienda utilizar una profundidad de siembra de 7 a 10 cm.

En México se practica la siembra en hilera doble o sencilla, en el primer caso la distancia entre surcos es de 90 a 100 cm; entre hileras 10 a 15 cm y entre cormos 10 a 15 cm. La densidad de plantación es de 300,000 cormos por hectárea, mientras que en hilera sencilla la distancia entre surcos, 50 a 80 cm entre cormos 10 a 12 cm. La densidad es de 150,000 cormos por hectárea. El aumento de la densidad disminuye el peso del cormo nuevo, la altura de la espiga y número de flores (Leszczyńska y Boris, 1994).

Cosecha y poscosecha: para el corte de la inflorescencia se emplea una navaja afilada la cual se introduce entre las hojas para cortar hacia abajo. La época de recolección depende de varios factores como son clima, fecha de plantación y calibre de los cormos, pero en general el gladiolo comienza a formar la espiga floral entre las 4 y 6 semanas después de la plantación. Las varas florales se cosechan cuando la espiga presenta dos pares de botones florales cerrados con color y se dejan de cuatro a cinco hojas en la planta ya

que si se dejan menos se ocasiona una reducción significativa de los cormos. Para el mercado nacional la gladiola se transporta sin ninguna protección, pero para exportación, se preenfrian las flores antes del transporte y son empaquetadas en cajas de cartón. En este caso se les coloca sin agua en curtos fríos y oscuros, a temperatura de 2 a 5° C, en forma vertical durante algunas horas o durante la noche. Los cuartos fríos deben ser oscuros para que las espigas no abran por efecto de la luz. En caso de seguir en almacenamiento por más tiempo, se deben poner las varas en agua (Leszczyńska y Boris, 1994)

Conservación de los cormos: los cormos de gladiolo se extraen cuando la parte superior de la planta aun esta verde, ya que si estos se dejan por más tiempo después de terminado su crecimiento son fácilmente atacados por patógenos del suelo. Dos semanas después de la floración se realiza el arranque de los cormos, los cuales posteriormente deberán pasar por la etapa de secado. Los cormos deben secarse a una temperatura de 24 °C manteniendo una buena ventilación. Si el tiempo es seco y caluroso se puede realizar al aire libre este proceso, La limpieza debe iniciar cuando los cormos madre pueden separarse fácilmente de los adventicios, el cormo viejo es eliminado junto con las raíces (Leszczyńska y Boris, 1994).

2.7 Producción de cormos

Después de la producción de la flor se pueden vender los nuevos cormos o emplearse para producir más flores hasta que la calidad de la flor se demerite. Entonces los cormos de gladiolo son comercializados por lo cual también son una fuente de ingresos para los productores., los cormos más pequeños para ser comercializados deberán cultivarse para incrementar su talla. Transcurridos entre 60 y 80 días tras el corte de las varetas florales se realiza la cosecha de la planta entera. Una vez seca, se separa el follaje de las raíces, cormos y cormillos (Landeras *et al.*, 2007).

En la unión entre el cormo padre e hijo, crecerá un gran número cormillos pequeños, de esta forma se obtienen cormos de diferentes tamaños que se agrupan por calibres comerciales (Cuadro 2).

Cuadro 2. Clasificación de cormos de gladiolo, por la Asamblea Norteamericana de Gladiolos (Leszczyńska y Boris, 1994).

Clasificación	Diámetro	Descripción	Usos
0	> 5.1	Jumbo	Producción de flor
1	> 3.8 a $\leq$ 5.1	Extra grande	Producción de flor
2	> 3.2 a $\leq$ 3.8	Grande	Producción de flor
3	> 2.5 a $\leq$ 3.2	Mediano	Producción de flor
4	> 1.9 a $\leq$ 2.5	Chico	Producción de cormos
5	> 1.3 a $\leq$ 1.9	Cormillo grande	Producción de cormos
6	> 1.0 a $\leq$ 1.3	Cormillo mediano	Producción de cormos
7	> .6 a $\leq$ 1.0	Cormillo chico	Producción de cormos

2.8 Insectos que afectan al gladiolo

Trips (*Taeniothrips simplex* Morix): dañan botones, flores, hojas y cormos, en caso de ataques severos los botones florales se secan.

Síntomas: en hojas y flores aparecen manchas blancas, las cuales posteriormente se secan, también se presentan algunas deformaciones en las hojas.

Combate: durante el desarrollo vegetativo se pueden utilizar ambush 24 EC, decis 2.5 EC, lanate25 WP. Aplicar insecticidas a los cormos en dormancia como metation E 59 o actellic 50 EC, este tratamiento usualmente se aplica con fungicidas

Gallina ciega (*Phyllophaga* sp.): las larvas se alimentan de las raíces, provocando su destrucción y en consecuencia el amarillamiento y muerte de la planta.

Combate: evitar la cercanía de plantas hospedantes como maíz, pastos y varias especies silvestres.

Gusano trosador (*Spodoptera frugiperda* y *heliopsis zea*): las larvas se alimentan de las partes superiores de las planta tales como hojas, brácteas de inflorescencias y botones florales.

Combate: aplicar ambush 24 EC, decis 2.5 EC, o lanate 25 WP antes de la apertura del botón floral en forma alternada tres o cuatro veces cada 7 a 12 días.

Acaros (*Rhizoglyphus echinopus* Fun. et Rob): las hojas se vuelven amarillas y paulatinamente se secan, las flores a menudo no se desarrollan y las plantas mueren por tener cormos y raíces dañadas.

Combate: desinfectar el almacén y tratar los cormos con actellic 50 EC

Nematodos (*Heterodera* sp. y *Ditylenchus dipsaci* Filip): las plantas afectadas por *Heterodera* sp. presentan un agallamiento de las raíces, en consecuencia las plantas adquieren un color amarillo y se marchitan. Las plantas afectadas por *Ditylenchus dipsaci* crecen lentamente, los tallos se acortan y a menudo se doblan, las yemas deformadas a veces no florecen, las hojas se tornan amarillentas y se secan.

Combate: realizar rotación de cultivos y desinfestar los suelos. Los cormos afectados tratarlos con agua caliente a 24 °C durante dos horas, luego a una temperatura de 43 a 44 °C durante dos a cuatro horas (Grabowska, 1986).

3 *UROMYCES TRANSVERSALIS* (THUM) WINTER

3.1 Nombres comunes

Español: roya transversa, roya del gladiolo, inglés: gladiolus rust, rust of gladiolus, francés: rouille du gladiolus

3.2 Distribución geográfica

Aparentemente *Uromyces transversalis* es nativa del este y sur de África, pero ha sido reportada en Marruecos, Francia, España, Italia, Portugal, Argentina, Brasil, Martinica, Australia, Nueva Zelanda y México (Hernández, 2004).

3.3 Importancia

U. transversalis es considerado un patógeno de importancia cuarentenaria en Europa, Estados Unidos y México, situación que afecta la comercialización de la flor en los mercados nacional e internacional, y por ende la economía de los productores (Hernández, 2004).

Los embarques de gladiolo que se pretendan exportar, deberán estar acompañados de un certificado fitosanitario internacional, que será expedido por personal oficial autorizado del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, previo a la emisión del certificado, se deberá realizar la verificación del embarque y corroborar la ausencia de la roya del gladiolo. Para el caso de exportaciones a Estados Unidos, el certificado deberá indicar la siguiente declaración adicional: "The *Gladiolus* spp in this shipment have been inspected and found free of *Uromyces transversalis*" (SENASICA, 2005). En México, La Norma Oficial Mexicana NOM-007-FITO-1995, establece los requisitos fitosanitarios y especificaciones para la importación de material vegetal propagativo y hace mención de que los cormos provenientes de Brasil donde la roya está presente desde 1969, deberán ser tratados para evitar la entrada de este patógeno a nuestro país.

Otro aspecto no menos importante es la disminución en el rendimiento, pues las plantas enfermas producen flores de baja calidad (Tombolato *et al.*, 2002). Un ejemplo de lo anterior son las pérdidas del 100% que este patógeno ha causado así como el incremento en el costo de producción esto debido a que el uso de fungicidas se ha vuelto indispensable para combatir a *U. transversalis* (Ferreira and Nevill, 1989). Por otro lado las restricciones cuarentenarias y esfuerzos de erradicación pueden ser muy costosos (Stebbins and Johnson, 2001).

De acuerdo con algunas variables como interacción del hospedante-clima, potencial de dispersión e Impacto económico Venancio (2005) señala que en nuestro país varias de las principales zonas productoras presentan condiciones óptimas para el desarrollo de *Uromyces transversalis*, estas se presentan frecuentemente cuando el cultivo se desarrolla en temporada de lluvias, lo cual es muy común ya que muchos productores plantan el cormo para cosechar el 2 de noviembre, además el cultivo de gladiolo se presenta durante los dos ciclos agrícolas (OI Y PV) por lo que siempre está presente el hospedante.

3.4 Antecedentes históricos

Antes de 1960, *U. transversalis* únicamente se había detectado en Malta, Portugal, Francia, Italia, Argentina y Brasil (Pitta *et al.*, 1981). Sin embargo en poco tiempo, la distribución y daños causados por *U. transversalis* rápidamente fueron aumentando, por ejemplo Garibaldi y Aloj (1980) reportan severas epidemias causadas por *U. transversalis* en el centro y sureste de Italia. En mayo de 1998, la enfermedad se detectó en Auckland, Nueva Zelanda, probablemente proveniente de Australia por medio de las corrientes de aire (McKenzie, 2000). En México la roya del gladiolo fue detectada el 15 de noviembre de 2004, en lotes ubicados en los estados de Puebla, México y Morelos (Ramírez, 2005). De entonces a la fecha, muestreos en otros estados realizados por la Dirección General de Sanidad Vegetal han confirmado la presencia de *Uromyces transversalis* en predios de Guerrero, Michoacán,

Oaxaca, Veracruz. Solo Sinaloa se confirma como el único estado libre de esta enfermedad (Ramirez, 2005).

En el Estado de México *U. transversalis* se presenta en cultivos comerciales de gladiolo en varios municipios de los Distritos de Desarrollo Rural de Coatepec Harinas: Villa Guerrero, Coatepec Harinas, Ixtapan de la Sal, Tenancingo, Zacualpan; Texcoco, Ixtapaluca, Valle de Bravo y Donato Guerra. Además se ha reportado que en el Estado de México la incidencia de la enfermedad se incrementó del 59% en el 2004 al 96% en el 2005 (CESAVEM, 2005).

3.5 Síntomas

La roya del gladiolo es causada por el hongo *Uromyces transversalis*, los síntomas típicos de esta roya, son la presencia de pústulas amarillentas a naranjadas (fase uredial) o negras (fase telial) que se desarrollan horizontalmente sobre las hojas de la planta (Figura 3), en comparación con la mayoría de las royas de la hoja cuya pústula se abre longitudinalmente a través de las nervaduras de la hoja y pueden estar solitarias o agregadas. La fase uredial es la primera en desarrollarse y producen pequeñas uredosporas de color amarillento y diminutamente equinuladas. La fase telial se desarrolla posteriormente y produce teliosporas pediceladas de color caféamarillento (USDA, 2007).



Figura 3. Síntomas de la roya del gladiolo.

3.6 Clasificación taxonómica (Hawksworth *et al.*, 1995)

Reino: Fungi

Phylum: Basidiomycota

Clase: Urediniomycetes

Orden: Uredinales

Familia: Pucciniaceae

Género: *Uromyces*

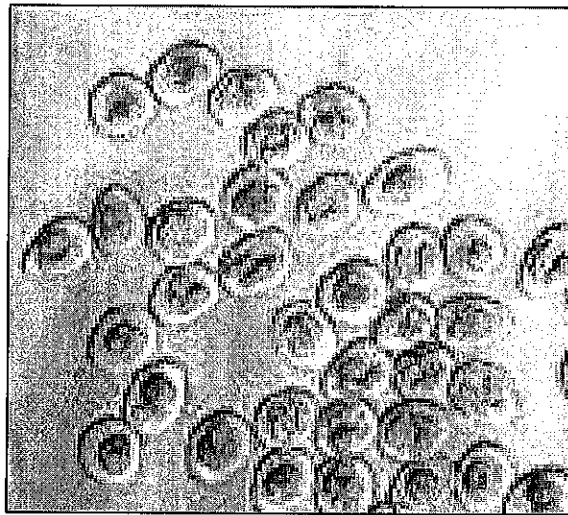
3.7 Morfología

Spermogonia y aecia desconocidas. Uredia anfigena, de amarillenta a naranja, de redonda a oblongada o irregular, pero típicamente transversal a la hoja de 1.5 x 1 mm hasta 2.5 x 1 mm, cuando cubren por la epidermis (Figura 4, Mckenzie, 2000.).



Figura 4. Uredia de *U. transversalis* sobre una hoja de gladiolo

Las uredosporas varían en forma y tamaño pudiendo ser ovoides elipsoidales u oblongas, 14-26 x 13-25 μm . Contenido amarillo oro brillante, pared celular de 1 μm de grosor, hialina densa y minuciosamente equinulada, poros oscuros, 6-8 y esparcidos (Figura 5; Mckenzie, 2000).



5. Uredosporas de *U. transversalis*

Telia anfígena, dispersa, coalescente, inicialmente rodeando la uredia, color oscuro, elíptico, tendiendo a estar transversalmente cerca de la hoja y después restringida por las venas 50-112.5 μm de diámetro y 55 -75 μm de profundidad, cubierta por la epidermis, rompiendo para exponer en palizada las teliosporas (Figura 6; .Mckenzie, 2000)



Figura 6. Telias de *U. transversalis* de color oscuro y rodeando a la uredia

Teliosporas de color ambar oro, tienen un tamaño entre (17.5-) 20-25 (-34) $\times$ (14-) 15-17.5 (-21) μm , la forma es de ovoide o elipsoidal a piriforme raramente globosas, ápice redondeado, truncado o cónicamente atenuado,

base atenuada, pedicelos de 50 x 3.5 μ m amarillo pálido (Figura 7; Mckenzie, 2000).

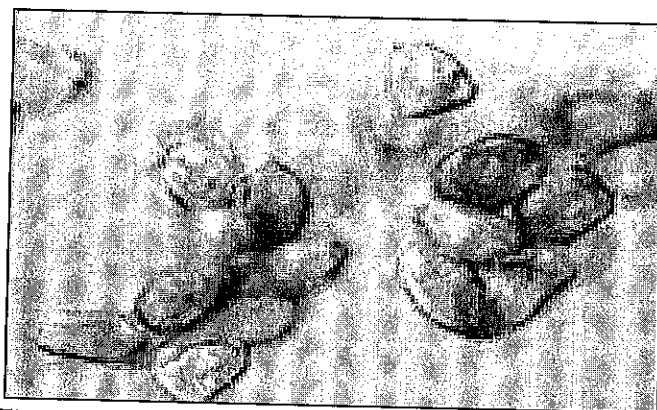


Figura 7. Teliosporas de *U. transversalis* color ambar oro

3.8 Epidemiología

La enfermedad se manifiesta durante el verano en zonas subtropicales y tropicales, y puede tener una distribución muy amplia (Bushman, 1985).

La diseminación de la enfermedad se da a través de cormos, rizomas y flores contaminados con esporas de *U. Transversalis*, así como hojas y tallos infectados. Las esporas pueden transportarse a grandes distancias por el hombre, viento, lluvia, insectos y movilización de flor cortada para su comercialización (Schubert *et al.* 2006).

De acuerdo con Aloj *et al.* (1981) las condiciones ambientales que determinan el desarrollo de la roya del gladiolo son:

- 1.- Las uredosporas germinan a temperaturas entre los 5 y 25 °C, pero el óptimo se da entre los 15 y 20 °C.
- 2.- La infección en plantas de gladiolo es más severa entre 10 y 20 °C cuando las hojas tienen humedad por lo menos 12 h y ligera entre los 10 y 15 °C con humedad en las hojas por 6 a 9 h y a 25 °C con humedad en hojas por 12 h.
- 3.- El periodo de incubación varía de 8 a 10 días a 25 °C hasta más de 20 días a 10 °C

Dentro de la Gama de hospedantes *Uromyces transversalis* ataca principalmente a cultivares híbridos de gladiolo. De acuerdo con Mckenzie,

(2000) tiene como hospedantes secundarios a especies silvestres y cultivadas de *Anomatheca laxa*, *Gladiolus* spp., *Melasphaerula ramosa*, en Nueva Zelanda así como *Tritonia securigera*, *T. crocata*, *Watsonia* sp. y *Crocasmia crocosmiiflora* en Sudáfrica.

3.9 Cultivares resistentes

La resistencia de las plantas a determinados hongos da lugar a una significativa reducción en el número de apresorios formados por los hongos. Ferreira *et al.* (1990) encontraron que las especies de gladiolo más resistentes a *U. transversalis* son *G. daleni*, *G. ochroleucus*, *G. papilio*, *G. tristis* var. *concolor* y *G. tristis* var. *tristis*. Las selecciones muy resistentes fueron obtenidas de las siguientes cruzas: *G. alatus* x *G. tristis*; 'Vuurland' x *G. tristis*; 'Campanella' and 'Nymph' x *G. angustus*; y *G. daleni* x *G. carinatus*. Garibaldi y Aloj (1980) reportaron que los cultivares Bentreovata, Summer Melody, Blondie y Junior Promm mostraron tolerancia ya que menos del 5% de la superficie foliar fue infectada. No obstante estos mismos autores encontraron que todos los cultivares evaluados fueron susceptibles a *U. transversalis*.

3.10 Medidas para el combate de *Uromyces transversalis*

El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria SENASICA (2005) en su guía fitosanitaria para el combate de la roya del gladiolo en México recomienda las siguientes medidas

- 1.- Antes de plantar los cormos: usar cormos certificados, tratarlos químicamente en inmersión, evitar siembras en lluvias, utilizar suelos con texturas arenosas y plantar en terrenos con buen drenaje
- 2.- Durante el desarrollo del cultivo: muestrear semanalmente, eliminar la maleza, fertilizar balanceadamente evitando el exceso de nitrógeno, incinerar plantas enfermas, evitar el movimiento de esporas mediante la ropa y aplicar fungicidas

- 3.- Posterior a la Cosecha: Recolectar y quemar residuos vegetales, realizar un barbecho profundo
- 4.- Producción de cormos: Aplicar después del corte, evitar predios que hayan presentado infección
- 5.- Poscosecha: Inmersiones con fungicidas y eliminar la mayor cantidad de hojas

4 COMBATE QUIMICO DE *UROMYCES TRANSVERSLIS*

4.1 Fungicidas

El combate químico es el método más utilizado para reducir los daños causados por hongos y se emplean compuestos tóxicos denominados fungicidas. Estos varían en su espectro de acción dependiendo de sus propiedades químicas por lo que algunos son tóxicos a muchos hongos mientras que otros solamente a unos cuantos o a un solo patógeno. Hasta 1998 se tenían registrados 34 ingredientes activos fungicidas para el uso en ornamentales (Mendoza, 1990).

A fin de no generar resistencia, no se deberán aplicar por más de tres ocasiones fungicidas del mismo modo de acción y mismo grupo químico, por lo que se deberá alternar la aplicación de productos sistémicos o curativos con productos de contacto, realizar una buena cobertura y realizar las aplicación a primeras horas de la mañana o al caer la tarde (Barrera, 1998)

4.2 Fungicidas de contacto

Hasta la época de los 60^s solo había fungicidas de contacto. El intervalo de combate de este tipo de fungicidas es amplio y tienen la característica de afectar varios sistemas metabólicos de los hongos por lo que es raro que originen resistencia de los hongos a ellos. No obstante estos fungicidas poseen la desventaja de tener poco o nulo movimiento o redistribución en las superficies de las plantas y solo forman una barrera química superficial externa. Por lo tanto para evitar la infección deben aplicarse antes de que el patógeno penetre al hospedante, siendo ineficaces en infecciones establecidas

Por otra parte, al permanecer sobre la superficie de la planta, están sujetos a la degradación por la luz, ser lavados por la lluvia y las partes de la planta de posterior crecimiento quedan sin protección, motivo por el cual se requiere un mayor número de aspersiones (Hewitt, 1998)

4.3 Fungicidas sistémicos

Los fungicidas sistémicos se definen como compuestos capaces de penetrar y moverse dentro de los tejidos de un hospedante vegetal e inhibir el desarrollo del hongo. Estos compuestos pueden actuar como tóxicos directos a un patógeno o por medio de sus derivados tóxicos. Este tipo de fungicidas tienen la ventaja de poder moverse a distancias considerables dentro de los tejidos del hospedante. Las vías del sistema de transporte normal se basan en la transpiración del xilema o en el sistema de translocación del floema. El sistema del floema es teóricamente posible pero ningún fungicida es capaz de un movimiento en masa de esta forma, excepto el fosetil-Al.

En general, las ventajas de un fungicida sistémico se deben a que reducen el número de aplicaciones y sus residuos, son más antagonistas al patógeno, no están expuestos a degradación ambiental y son más efectivos por su capacidad de penetración y translocación. Las principales desventajas son su estrecho espectro de actividad y la rapidez con la cual los hongos desarrollan resistencia a ellos.

Las evidencias sugieren que todos los sistémicos de uso práctico hoy en día se mueven unidireccionalmente en la ruta de la transpiración y se transportan hacia arriba y hacia fuera.

Los fungicidas sistémicos son selectivamente tóxicos a procesos metabólicos únicos de los hongos, esta selectividad es específica de modo que, solo ciertos grupos taxonómicos de hongos son sensibles a un fungicida sistémico en particular (Hewitt, 1998).

4.4 Antecedentes del combate químico de *U. transversalis*

Garibaldi y Aloj, (1980) determinaron que los fungicidas sistémicos dan un mejor combate sobre la roya del gladiolo que los fungicidas preventivos. Estos mismos autores encontraron que, aplicaciones semanales de oxycarboxin ($50 \text{ g} \cdot 100\text{L}^{-1}$) durante la aparición de los primeros síntomas o a la salida de la inflorescencia mostraron un buen combate de *U. transversalis*.

Rolim *et al.* (1985) encontraron un buen combate de *U. transversalis* mediante aplicaciones semanales de bitertanol ($1000 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$) y de clorotalonil ($2500 \text{ mL}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Pandolfo and Garibaldi (1986) reportaron que benodanil, bitertanol, fenpropimorf, myclobutanil, propiconazole y penconazole + captan mostraron un excelente combate de *U. transversalis* en ensayos de campo y no mostraron fitotoxicidad, el triadimefon tuvo excelentes resultados pero mostró fitotoxicidad.

Ferreira y Nevill, (1989) demostraron que aplicaciones semanales de bitertanol ($15 \text{ g}\cdot 100 \text{ L}^{-1}$) o triadimefon ($12.5 \text{ g}\cdot 100 \text{ L}^{-1}$) proporcionan un combate significativamente mejor de *U. transversalis* que las mismas aplicaciones de fenarimol ($10 \text{ g}\cdot 100 \text{ L}^{-1}$), oxycarboxin ($12.5 \text{ g}\cdot 100 \text{ L}^{-1}$) y penconazol ($12 \text{ g}\cdot 100 \text{ L}^{-1}$). Estos mismos autores señalan que existe una relación directa entre el número de aplicaciones y la incidencia de la roya.

Rubi (2006) encontró que los fungicidas azoxystrobin ($300 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$) + difenoconazol ($500 \text{ mL}\cdot\text{ha}^{-1}$) y azoxystrobin ($400 \text{ mL}\cdot\text{ha}^{-1}$) tiene eficacias del 100% para el combate de la roya del gladiolo. También señala que los fungicidas difenoconazol ($500 \text{ mL}\cdot\text{ha}^{-1}$) y las mezclas trifloxystrobin ($250 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$) + oxycarboxin ($500 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$) y tebuconazole ($600 \text{ mL}\cdot\text{ha}^{-1}$) + oxycarboxin ($1500 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$), mostraron combates aceptables contra *U. transversalis* aunque la ultima mezcla presentó fitotoxicidad de ligera a moderada sin afectar el rendimiento.

El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria en su guía fitosanitaria para el combate de la roya del gladiolo en México además de los fungicidas mencionados, recomienda el bitertanol ($150 \text{ mL}\cdot\text{ha}^{-1}$) + tebuconazole ($600 \text{ mL}\cdot\text{ha}^{-1}$) y epoxiconazol ($750 \text{ mL}\cdot\text{ha}^{-1}$) (SENASICA 2005).

4.5 Fungicidas evaluados en este trabajo para el combate de *U. transversalis*

4.5.1 Clorofenoles o nitrilos

Este grupo se introdujo en 1963, por Diamond, bajo el nombre de bravo o daconil. Generalmente, este grupo incluye compuestos fungistáticos que reducen el crecimiento y esporulación de los hongos; aquí se incluye al clorotalonil considerado como uno de los fungicidas protectores del follaje más eficaces y con amplio espectro de acción (Mendoza, 1990).

Clorotalonil: su nombre comercial es bravo 720, dosis de 1500 a 3500 mL·ha⁻¹, suspensión acuosa, equivalente a 720 g de i.a·L⁻¹ de producto formulado.

Por su efecto multi-sitio tiene un valor estratégico para el combate de la resistencia. Tiene un amplio espectro de actividad en Ascomycetos, Deuteromycetos, Basidiomycetos y Oomycetos.

Modo de acción: Inhibe la respiración de las células del hongo. Esto ocurre mediante un enlace de las moléculas de clorotalonil con los aminoácidos que contienen grupos sulfidrilos. El ATP (energía) no logra producirse a partir de los carbohidratos y finalmente las células de los hongos mueren, por la pérdida de la viabilidad de las esporas de los hongos (Syngenta.2007).

4.5.2 Estrobirulinas

Las Estrobilurinas pertenecen al grupo químico Metoxiacrilatos y al grupo QoI (Inhibidores externos de la Quinona).

Incluyen a azoxystrobin, Kresoxim-metil y Trifloxistrobin (Mendoza, 1990).

Azoxystrobin: su nombre comercial es amistar 50 WG, dosis de 100 a 300 g·ha⁻¹, gránulos solubles equivalente a 500 g de i.a·Kg⁻¹ de producto formulado

Fungicida agrícola sistémico, de amplio espectro de acción para el combate preventivo y curativo de enfermedades fungosas en plantas.

Este fungicida se difunde en las hojas tratadas y alcanza los tejidos vasculares, moviéndose acropétalmente en el flujo transpiratorio, hasta distribuirse de manera homogénea en toda la planta. El comportamiento en el área foliar es único, ya que una parte penetra en las hojas y otra queda en la superficie para prevenir nuevas infecciones.

Se aplica en forma preventiva o en la aparición de los primeros síntomas, no presenta resistencia cruzada con los principales grupos de fungicidas.

Modo de acción: Inhibe la respiración en las mitocondrias al bloquear el transporte de electrones entre el citocromo b y el c_1 , evitando la formación de ATP, presentando acción sobre todos los estadios de los hongos fitopatógenos, ya que la mayoría de las mitocondrias se encuentran en las esporas (efecto preventivo), los ápices de las hifas (efecto curativo) y la producción de esporas (efecto antiesporulante).

La principal ventaja contra otras estrobilurinas es la sistemicidad la cual le permite ser un producto curativo. Las demás estrobilurinas tienen poca movilidad en el xilema y tienden a fijarse a las capas cerosas de la hoja (Syngenta.2007).

Trifloxystrobin: su nombre comercial es flint, dosis de 100 a 250 g·ha⁻¹, granulos dispersables equivalente a 500 g. i.a·kg⁻¹

Tiene gran afinidad con la superficie de la planta y es fuertemente absorbido por las capas cerosas. Se distribuye y redeposita sobre la superficie de la planta por medio de la fase de vapor, tiene acción translaminar pero muy poco o ningún movimiento a través del sistema vascular (Rosenstein, 2005). Efecto mesostémico que consiste en la absorción en la capa cerosa actuando como protectante de la cutícula, Tiene amplio espectro contra ascomicetos, deuteromicetos, basidiomicetos y oomicetos con combatees de buenos a excelentes, su poder de fijación a las superficies vegetales y sus propiedades únicas de redistribución contribuyen a un alto nivel de protección residual en

comparación con los fungicidas preventivos, es particularmente activo contra las cenicillas (Bayer, 2006).

4.5.3 Triazoles

Es el grupo más grande de inhibidores de la biosíntesis del ergosterol. Inhibe la dimetilación- C_{14} , la cual es una ruta para la biosíntesis del ergosterol que es un constituyente de las membranas celulares (Mendoza, 1990).

Difenoconazol: su nombre comercial es sico 250 CE, dosis de 500 a 600 $mL \cdot ha^{-1}$ Concentrado emulsionable, equivalente a 250 g de i.a L^{-1} de producto formulado.

Fungicida sistémico de amplio espectro de acción, que incluye royas, cenicillas, manchas foliares, carbonos y tiene una pronunciada actividad contra Botrytis cinérea.

Presenta rápida penetración en el tejido de la hoja y lenta sistemicidad, pero con actividad translaminar que genera una distribución durable y uniforme en las hojas tratadas reflejándose en una larga persistencia.

Inhibe el desarrollo del crecimiento micelial-subcuticular previniendo el desarrollo de síntomas de la enfermedad reduciendo el desarrollo de conidios. Para el combate de *Uromyces transversalis* se recomienda aplicar en forma preventiva o en cuanto se detecten los primeros síntomas, el intervalo entre aplicaciones deberá ser de siete días y no hacer más de tres aplicaciones consecutivas ni más de cuatro aplicaciones por temporada.

La gran ventaja de este fungicida es su alta actividad hacia la producción de esporas lo que disminuye la cantidad de inóculo que produce nuevas infecciones (Syngenta, 2007).

Kurk and Thieler (1987) señalan que el difenoconazol es mucho más móvil que el biteratol

Epoxiconazol: su nombre comercial es opus, dosis de 750 a 1000 mL·ha⁻¹, suspensión concentrada equivalente a 125 g de i.a·L⁻¹

Aporta una protección completa y persistente durante 6 a 8 semanas por lo que es una alternativa segura contra ataques imprevistos de enfermedades (Rosenstein, 2005)

Bitertanol: su nombre comercial es baycor 300 CD, dosis de 150 mL·100 L⁻¹, concentrado dispersable equivalente a 300 g de i.a·L⁻¹.

Su uso principal es para el combate de enfermedades foliares como royas y cenicillas entre otras (Mendoza, 1990). En ornamentales es recomendado en el combate de *Uromyces caryophyllinus*, *Sphaerotheca pannosa*, *Phragmidium mucronatum* y *Diplocarpon rosae* (Bayer, 2006).

Debido a su alta lipofilicidad, el biteratol penetra rápidamente en la superficie de las plantas y se redistribuye lentamente y de forma local, ya que difícilmente se trasloca a grandes distancias (Schheinpflug and KurK, 1987)

Tebuconazole: su nombre comercial es folicur, dosis de 400 a 600 mL·ha⁻¹, emulsión acuosa equivalente a 250 g i.a·L⁻¹

Se trata de un producto sistémico que puede ser absorbido por la planta en 1-2 horas, tiene facilidad para penetrar de forma profunda y con distribución uniforme en la planta, por lo que no quedan partes desprotegidas al ataque de los patógenos. Posee acción preventiva, curativa y erradicante (Bayer, 2006).

4.5.4 Carboxamidas

Son un grupo de compuestos heterocíclicos como el vitavax y su análogo sulfonado conocido como oxicarboxin o plantvax, ambos compuestos son activos contra los basidiomicetos (royas y carbones) y contra *Rhizoctonia solani*. Actúan en las mitocondrias inhibiendo la respiración celular al bloquear parte del ciclo del ácido tricarboxílico en la cadena de transporte de electrones (Mendoza, 1990).

Oxicarboxin: su nombre comercial es plantvax 75, dosis de 500 a 1000 g·ha⁻¹, Presentación equivalente a 750 g de i.a·L⁻¹.

Fungicida sistémico con efecto preventivo y curativo contra enfermedades en cultivos tales como frijol, habichuelas, cebada, papa y ornamentales. Es absorbido a través de la raíz y el follaje. Su mecanismo de acción es la inhibición de la enzima succinato deshidrogenasa, afectando la respiración celular de los hongos patógenos susceptibles.

Tiene un movimiento acropétalo a través del sistema vascular de la planta llegando a la zona afectada por el hongo. Para obtener los mayores niveles de combate, se recomienda una aspersión de manera uniforme sobre todo el follaje. Posee una triple acción: protectante ataca y elimina el hongo antes de que éste dañe los tejidos de las hojas; curativa elimina el patógeno durante el periodo de incubación una vez se ha establecido dentro de los tejidos de la planta hospedante y erradicante inhibe la esporulación del hongo lo cual evita nuevas infecciones en el cultivo. Las aplicaciones se deben iniciar cuando aparezcan las primeras pústulas de la roya, repitiendo cada 15 a 30 días, dependiendo de la intensidad de la enfermedad, en ornamentales se repite la aplicación entre 7 a 10 días. La aspersión debe cubrir perfectamente todas las hojas del cultivo (Rosenstein, 2005).

4.5.5 Anilidas

Boscalid + pyraclostrobin: su nombre comercial es cabrio C, dosis de 800 g·ha⁻¹, gránulos dispersables equivalente 128 g de i.a·kg⁻¹

Puede aplicarse un máximo de 2 veces seguidas (en bloque) y debe alternarse con otro fungicida que pertenezca a un grupo químico diferente y con diferente modo de acción: posteriormente se podrá aplicar nuevamente otras 2 veces seguidas como máximo. No aplicar más de 4 veces por ciclo o un tercio del total de las aplicaciones totales en la temporada.

4.5.6 Piperazina

La piperazinas al igual que otros fungicidas, tienen un sitio de acción común dentro del ciclo de biosíntesis de los esteroides, inhibiendo la C-14 desmetilación (Mendoza, 1990).

Triforine: su nombre comercial es saprol, dosis de $150 \text{ mL} \cdot 100\text{L}^{-1}$, concentrado emulsionable equivalente a $190 \text{ g de i.a} \cdot \text{L}^{-1}$

El triforine compuesto patentado en 1968, único miembro de este grupo de fungicidas, de acuerdo con (Cremllyn 1982) tiene acción contra cenicillas de cereales, manzano, pepino y plantas de ornato. Algunos autores sugieren que la actividad fotosintética es esencial para su transporte y recomiendan su aplicación se haga a primeras horas de la mañana, para evitar degradación en el suelo. En la actualidad el compuesto se aplica principalmente en tratamientos foliares, donde penetra al tejido y de ahí se transloca a distancias cortas (Mendoza, 1990).

5 OTRAS ENFERMEDADE QUE AFECTAN AL GLADIOLO

Además de *U. transversalis* el gladiolo es atacado por varios patógenos, la mayoría de los cuales puede permanecer en los cormos, por lo que estos deben ser combatidos durante la cosecha almacenamiento, presiembra y cultivo (Romero, 1996).

5.1 *Fusarium oxisporum f. sp. gladioli* (Massey) Snyder et Hansen

Importancia y daños: *Fusarium* puede causar grandes pérdidas en cultivos ornamentales, dichas pérdidas han originado que sólo sea posible sembrar una vez o dos en el mismo terreno y esperar de seis a ocho años para volver a cultivar en el mismo lugar, sin el riesgo de tener problemas fuertes (Hsieh, 1986).

Síntomas: las hojas se aprecian angostas, frecuentemente amarillas y estas comienzan a secarse por los extremos (Romero, 1996). Las plantas infectadas pierden su vigor, son de floración tardía y producen tallos de color verde oscuro, las hojas se desprendan del cormo, las flores son más pequeñas y se desarrollan a un solo lado de la espiga (García y Alfaro, 1985). El síntoma más característico es la presencia de lesiones hundidas debido al rápido secado y contracción de los tejidos (Massey, 1926).

Clasificación taxonómica: Reino: Fungi, Phylum: Ascomycota, Clase: Sordariomycetes, Orden: Hypocreales, Familia: Nectriaceae, Género: *Fusarium*

Morfología: en medio de cultivo este hongo produce abundantes microconidios generalmente unicelulares; los macroconidios son muy variables en cuanto al tamaño y número de septas, predominando los de tres. Las clamidosporas son globosas de paredes lisas o rugosas, intercalares o terminales y usualmente presentes en conidios (Carrera, 1947).

Epidemiología: cuando el material propagativo se planta en suelo infestado con el patógeno, el hongo infecta las raíces y coloniza la zona de elongación

en el área de tejido no diferenciado que se convertirá en el tejido vascular. La dispersión del patógeno ocurre vía material propagativo infectado y suelo infestado (Bautista, 2002).

Combate: inmersión del cormo en agua a una temperatura de 48 a 50 °C por 30 min, adicionalmente se puede agregar el fungicida tecto (Leszczyńska y Borys, 1994). Tratamiento con agua a 55 °C por 30 min, exposición a luz ultravioleta y aceite de *Hyptis suaveolens* por dos semana (Sharma and Tripathi, 2008). Solarización junto con inmersión de los cormo en quintal (carbendazim + iprodione) y enmiendas con residuos de col (Raj, 2006). Fertilización nitrogenada en forma de nitratos (90%) y amoniacal (10%) (Leszczyńska, 1994). Adición de *Trichoderma* spp (Cobos, et al., 1995), *Burkholderia cepacia* (Toledo et al., 2002), *Fusarium moniliforme* Subglutinans (Magie, 1980) y micorriza arbuscular (Khalil et al., 2001)

5.2 *Stromatinia gladioli* (Drayt.) Whets.

Síntomas: éste patógeno causa la enfermedad conocida como pudrición del cuello, la cual origina que los tallos y las hojas a nivel del suelo se pudren. En el cuello de la planta aparecen pequeños esclerocios redondos de color negro. También es característico un olor desagradable del cuello podrido, el follaje se vuelve amarillo y las espigas cortas. Los cormos, presentan manchas de diferente tamaño, casi siempre redondas, de color café rojizo; las cuales con el tiempo aumentan y se vuelven negras y de consistencia corchosa (Leszczyńska y Borys, 1994).

Clasificación taxonómica: Reino: Fungi, Phylum: Ascomycota, Clase: Leotiomycetes, Orden: Helotiales, Familia: Sclerotinicaeae, Género: Stromatinia

Epidemiología: la infección ocurre en suelos infestados con esclerocios o por contacto con cormos enfermos. Las temperaturas frías y el ambiente húmedo favorecen el desarrollo de esta enfermedad, especialmente en la fase de crecimiento de la planta (Leszczyńska y Borys, 1994)

Combate: plantar los cormos en suelos sin la enfermedad o desinfectados, realizar rotación de cultivos evitando plantas de la familia iridaceae. Tratamientos de los cormos con agua caliente (Leszczyńska y Borys, 1994). La adición al suelo de dicloran e iprodiona, antes de la siembra reduce la incidencia de la enfermedad (Romero, 1996)

5.3 *Botrytis gladiolorum* Timmermans

Importancia: afecta durante todo el ciclo del cultivo, a esta enfermedad se le ha denominado como tizón foliar

Síntomas: al inicio de esta enfermedad aparecen sobre las hojas numerosas manchas variables en tamaño y con bordes de color café rojizo. En condiciones de alta humedad, estas manchas rápidamente aumentan de tamaño y se tornan acuosas. Las flores infectadas presentan manchas acuosas y en condiciones de alta humedad, se cubren con un moho gris formado por micelio (Hong, *et al.*, 2003). Los cormos enfermos presentan pequeñas lesiones hundidas y acuosas, el centro del cormo puede podrirse. Durante el almacenamiento, pueden aparecer esclerocios en los cormos (Leszczyńska y Borys, 1994).

Clasificación taxonómica: Reino: Fungi, Phylum: Ascomycota, Clase: Leotiomycetes, Orden: Helotiales, Familia: Sclerotinicaeae, Género: Botryotinia

Morfología: de acuerdo con Hong, *et al.* (2003) este patógeno presenta micelio hialino septado que más tarde se torna gris, de este micelio se originan conidióforos con una coloración pardusca. Los conidióforos se ramifican de forma alterna y las ramas se hinchan en su ápice, donde desarrollan esterigmas que producirán conidios.

Epidemiología: la humedad es necesaria para la germinación y penetración, la temperatura óptima es de 18 °C. Los esclerocios formados sirven de inóculo primario en el siguiente ciclo. Cuando los cormos infectados son

plantados muchos se pudren y otros dan lugar a tallos débiles y amarillos los cuales mueren (Romero 1996).

Combate: Alternar la aplicación los fungicidas: benlate, captan, ronilan (vinclozolin), robral o zineb, eliminar y destruir las plantas enfermas y residuos, realizar la cosecha de los cormos en tiempo seco, almacenarlos a temperaturas mayores a 16 °C y espolvorearlos con Captan o Botran (Leszczyńska y Borys, 1994)

5.4 *Curvularia gladioli*

Síntomas: las lesiones en los bulbos son cafés a negras, circulares, alargadas o de forma irregular y tamaño variable desde pequeños puntos hasta 1.8 cm de diámetro superficiales o profundos y la mayoría limitada por una capa de peridermo. En las hojas, las manchas son al principio del tamaño de la cabeza de un alfiler pero crecen rápido en dirección de la venas, su color es café claro y son rodeadas por un anillo café rojizo y un halo amarillo. En el centro de las manchas se desarrollan masas de esporas, muy fáciles de identificar por su cuerpo encorvado, tetracelular, de color café, con las células terminales de color más claro que las centrales (Romero, 1996)

Clasificación taxonómica: Reino: Fungi, Phylum: Ascomycota, Clase: Euascomycetes, Orden: Pleosporales, Familia: Pleosporaceae, Genero: *Curvularia*

Epidemiología: el hongo puede dañar todas las partes de la planta el desarrollo de este patógeno se favorece con temperaturas y humedades altas por lo que esta enfermedad se presenta en zonas cálidas y en época de lluvias. También en climas moderados con veranos calurosos (Magie, 1990)

Combate: rotación de cultivos, desecha cormos enfermos, mantener el pH en 6.5 a 7.0, tratar los cormos con agua caliente y fungicidas antes de su plantación, evitar daños mecánicos de los cormos durante su periodo vegetativo, aplicar en forma sistémica alguno de los siguientes fungicidas: maneb, manzate, daconil (Stevens, 1993).

5.5 *Septoria gladioli* Pass.

Importancia: las plantas que crecen de cormos enfermos son chaparras o enanas y generalmente no florecen y mueren prematuramente a esta enfermedad se le ha denominado como viruela del gladiolo

Síntomas: las hojas presentan manchas pequeñas redondas de color café rojizo, con un centro grisáceo sobre el cual aparecen puntos negros que corresponden a fructificaciones del hongo.

En los cormos las lesiones de *S. gladioli* se manifiestan como pequeñas manchas circulares húmedas, que varían desde el color pardo al morado estas lesiones en general no son evidentes hasta que la cubierta del cormo es retirada. En tanto las manchas aumentan de tamaño el centro de estas se torna más acuoso, dando lugar a la momificación del cormo y por tanto su inutilización (Romero, 1996).

Combate: realizar rotación de cultivos, evitar suelos pesado, secar los cormos después de la cosecha, seleccionar y desechar los cormos enfermos antes de la siembra, aplicar fungicidas como cpatan, maneb, mancozeb o zineb (Stevens, 1993).

5.6 *Penicillium gladioli* McCull. Et Thom

Síntomas: este patógeno penetra por heridas que hayan podido recibir los cormos durante su manipulación, los daños consisten en manchas húmedas café rojizas, con forma irregular

Epidemiología: este patógeno se presenta en cormos cosechados en zonas húmedas y frías, a bajas temperaturas sobre las lesiones se desarrolla un moho gris, e inmersos en el tejido dañado se forman esclerocios

Combate: se centra en evitar daños y heridas a los cormos, remover y destruir los cormos enfermos. Almacenar en lugares con buena ventilación. Después de la cosecha, secar los cormos y aplicar tratamientos con agua caliente. Secar los cormos después del tratamiento (Stevens, 1993).

5.7 *Pseudomanas marginata* (McCull.) Stapp.

Importancia: si la infección es severa la planta se dobla en su base y muere

Síntomas: aparecen manchas acuosas en la base de los cormos, de donde sale un líquido pegajoso. Posteriormente se secan y hunden, primero se pudren las hojas internas y después el resto (Stevens, 1993).

Epidemiología: la infección proviene de cormos infectados o del suelo, los suelos pesados, húmedos y alcalinos favorecen el desarrollo de la enfermedad.

Combate: realizar rotación de cultivos, evitar suelos muy húmedos y destruir las plantas infectadas (Stevens, 1993).

5.8 Cucumer Mosaic Virus (CMV)

Importancia: las plantas atacadas por este virus son menos vigorosas, acentuándose el enanismo año tras año, también afectan el engrosamiento de los cormos

Síntomas: se manifiesta por pequeñas manchas rectangulares muy numerosas y visibles por las dos caras del limbo, estando limitadas por las nervaciones. Estas manchas son en primer lugar cloróticas y originan la desecación de los tejidos; la severidad de los síntomas varía mucho según los cultivares (Singha and Dubeya, 2007)

En los cultivares sensibles, la floración queda muy afectada por decoloraciones y deformaciones de los flósculos, que se abren mal. Los pétalos presentan manchas ovaladas, de color blanco, rosa o amarillo, según cultivares, toman un aspecto arrugado y abarquillado y las inflorescencias quedan cortas y malformadas.

Epidemiología: este virus es transmitido en forma no persistente por diversos vectores, entre ellos pulgones.

Diagnostico: el test cerológico ELISA permite detectar fácilmente al CMV en todas las partes de la planta infectada, incluso en los bulbos (Singha and Dubeya, 2007).

Combate: todas las plantas atacadas por virus deben ser eliminadas. Es importante utilizar cormos sanos y mantener los niveles de los vectores en niveles mínimos.

6 MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Descripción del área de estudio

El estudio se llevó a cabo durante el ciclo agrícola otoño-invierno del 2007 en el municipio de Zacualpan, Estado de México ($99^{\circ} 49' N$, $99^{\circ} 56' O$) a 2,050 m s.n.m. (Figura 8). Los principales productos agrícolas de esta región son: maíz, frijol, jitomate, tomate, cebolla, cacahuete, camote, calabaza. Entre los frutos están el durazno, aguacate, limón, ciruela criolla, otros productos son el café, la caña de azúcar, chilacayote, chayote, capulín, chile, naranja y otros en menor proporción. El cultivo de cereales más importante es el sorgo, trigo y la cebada. Dentro de la floricultura destaca el caso del gladiolo

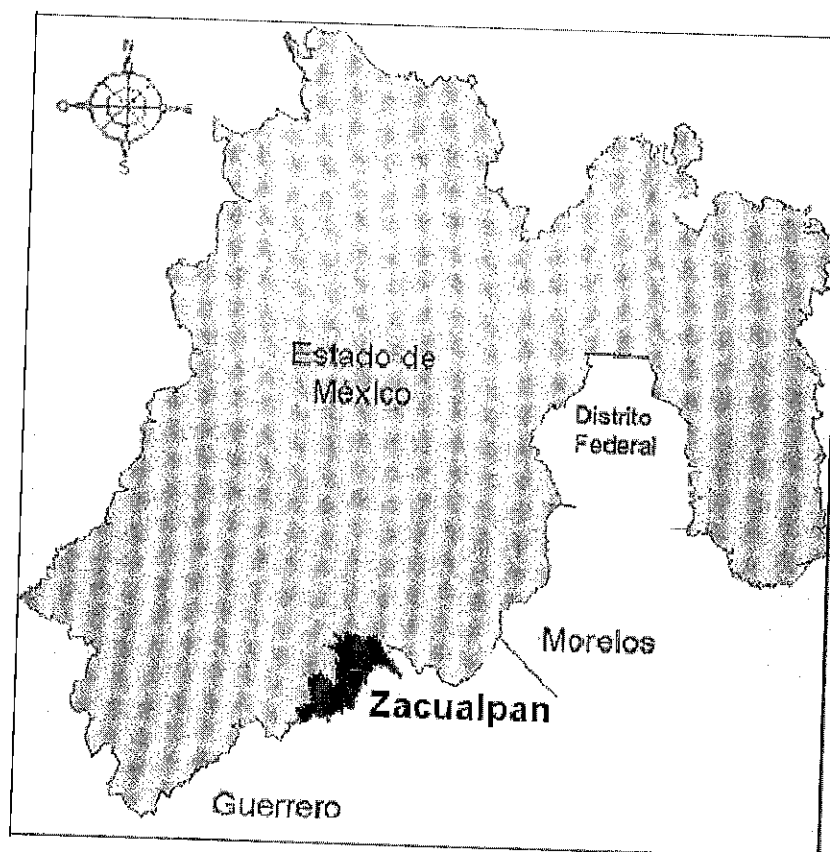


Figura 8. Localización de la zona de trabajo: Mapa del Estado de México donde se señala Zacualpan

6.2 Fungicidas evaluados

Se evaluaron un total de nueve fungicidas sistémicos, y un fungicida de contacto, de los cuales en el Cuadro 3 se muestra su ingrediente activo, grupo químico, producto comercial y dosis. De los fungicidas sistémicos 4 se aplicaron de manera independiente y otros se mezclaron (Cuadro 3).

Cuadro 3. Fungicidas evaluados para el combate de *Uromyces transversalis*

N comercial	Producto (i. a.)	Grupo químico	g o mL pf. ha ⁻¹
Fungicidas sistémicos			
Amistar + Sico	Azoxystrobin + Difenoconazol	Estrobilurinas y Triazoles	200 + 500
Flint + Plantbax	Trifloxystrobin + Oxycarboxin	Estrobilurinas+ Carboxamidas	250 + 500.
Folicur + Plantbax	Tebuconazole+ Oxycarboxin	Triazoles+ Carboxamida	600 +1000
Cabrio C	Boscalid + Pyroclostrobin	Anilidas y Estrobilinas	800
Opus	Epoxiconazol	Triazoles	750
Baycor	Bitertanol	Triazoles	800
Saprol	Triforine	Piperazina	800
Fungicida de contacto			
Bravo 720	Clorotalonil	Nitrilo	1500

6.3 Diseño experimental

El experimento se llevó a cabo en una plantación destinada a la producción de cormos de gladiolo (semillero), donde la densidad de siembra es mayor y por consiguiente la humedad relativa es más alta.

Se utilizó un diseño en bloques al azar con 9 tratamientos y tres repeticiones. La parcela experimental presentó un ancho de 17 m por 53 m de largo. Cada unidad experimental contó con cinco surcos de 30 cm de ancho en un área de 25 m². Con las tres repeticiones se dispuso de 75 m² por tratamiento, entre cada bloque y cada tratamiento se mantuvo una distancia de 1 m.

La densidad de siembra fue de 1,200, 000 cormillos por hectárea (Figura 9), que es cuatro veces mayor a la empleada durante la producción de flor de corte.

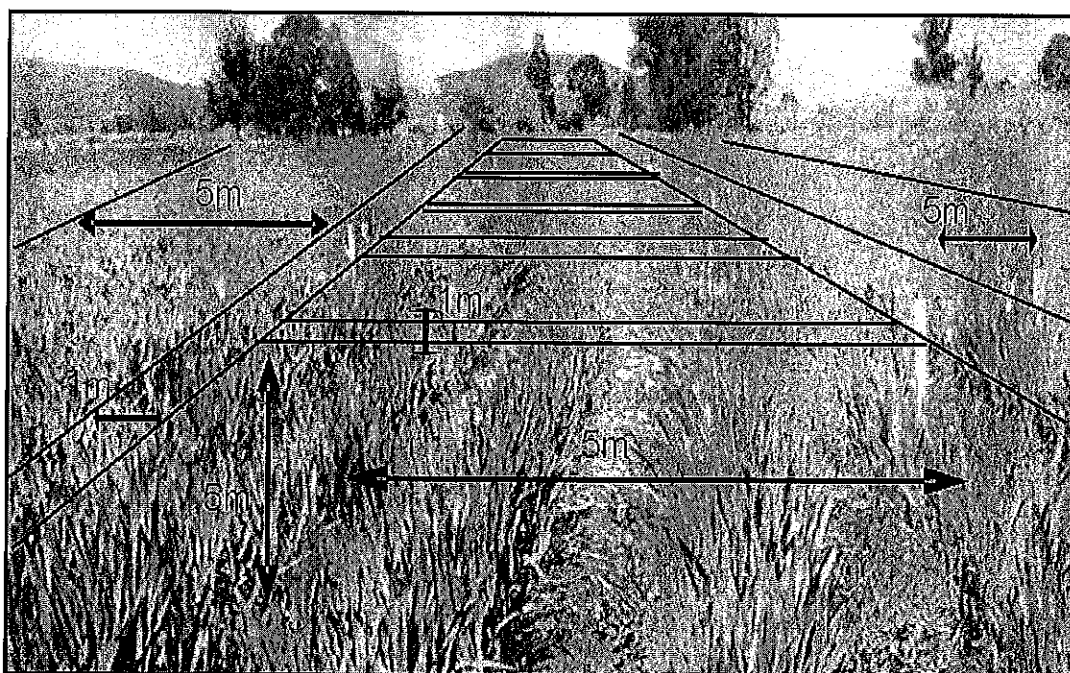


Figura 9. Parcela experimental donde se muestran los tratamientos marcados por estacas de madera.

De los nueve tratamientos realizados siete consistieron en aplicaciones semanales alternando un fungicida sistémico o mezcla con un fungicida de contacto, el testigo regional se aplicó de forma continua el fungicida de contacto clorotalonil, por ser este el ingrediente activo más utilizado en el municipio. En el testigo absoluto no se aplicó ningún fungicida (Cuadro 4).

Cuadro 4. Tratamientos con sus correspondientes fungicidas sistémicos y de contacto aplicados de forma intercalada durante cinco semanas.

	Aplicaciones semanales				
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
Tratamiento					
Az + Di y C	Azoxystrobin + Difenoconazol	Clorotalonil	Azoxystrobin + Difenoconazol	Clorotalonil	Azoxystrobin + Difenoconazol
Tx + Ox y C	Trifloxystrobin + Oxycarboxin	Clorotalonil	Trifloxystrobin + Oxycarboxin	Clorotalonil	Trifloxystrobin + Oxycarboxin
Te + Ox y C	Tebuconazole+ Oxycarboxin	Clorotalonil	Tebuconazole+ Oxycarboxin	Clorotalonil	Tebuconazole+ Oxycarboxin
Bo + Py y C	Boscalid + Pyroclostrobin	Clorotalonil	Boscalid + Pyroclostrobin	Clorotalonil	Boscalid + Pyroclostrobin
Ep y C	Epoxiconazol	Clorotalonil	Epoxiconazol	Clorotalonil	Epoxiconazol
Bi y C	Bitertanol	Clorotalonil	Bitertanol	Clorotalonil	Bitertanol
Tr y C	Triforine	Clorotalonil	Triforine	Clorotalonil	Triforine
Test. R	Clorotalonil	Clorotalonil	Clorotalonil	Clorotalonil	Clorotalonil
Test. A.	Sin fungicida	Sin fungicida	Sin fungicida	Sin fungicida	Sin fungicida

6.4 Aplicación de los tratamientos

El trabajo en campo se llevó a cabo durante los meses de septiembre y octubre del 2007, periodo durante el cual se estableció la parcela experimental y se realizó un total cinco aplicaciones semanales intercalando los fungicidas sistémicos y el de contacto correspondientes a cada tratamiento (Cuadro 4).

Para asegurar la presencia de *Uromyces transversalis* las aplicaciones se iniciaron cuando fueron detectadas las primeras pústulas características de la roya del gladiolo. El porcentaje de severidad previo a la aplicación de los fungicidas se determinó mediante un muestreo aleatorio en 200 plantas pertenecientes a la parcela experimental.

El día 26 de septiembre se realizó la primera aplicación. En el testigo regional se aplicó el fungicida clorotalonil y en los demás tratamientos se aplicaron los fungicidas sistémicos correspondientes a cada tratamiento (Cuadro 4). En la segunda aplicación, el día 3 de octubre, en todos los tratamientos solo se ocupó el fungicida de contacto clorotalonil. El 10 de octubre se realizó la tercera aplicación repitiendo los fungicidas empleados durante la primera aplicación. Para la cuarta aplicación el día 17 de octubre por segunda ocasión únicamente se empleo el fungicida de contacto en todos los tratamientos. Finalmente en la quinta aplicación del 24 de octubre se utilizaron por tercera vez los fungicidas sistémicos en los tratamientos correspondientes (Cuadro 4), en esta misma fecha se realizó la quinta aplicación del fungicida clorotalonil en el tratamiento empleado como testigo regional (Figura 10).

Para las aplicaciones se empleó una mochila manual marca Swissmex con capacidad para 15 L. Después de la calibración se determinó que el gasto de agua por tratamiento fue de 4 L con lo cual se obtuvo un gasto de $533 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$. La punta empleada para asperjar los fungicidas fue la XR TEEJET 8005VS, para medir la cantidad de gramos o mililitros de fungicida para cada tratamiento se empleo una balanza granataria y una jeringa de 5 mL. Los fungicidas se aplicaron con el coadyuvante INEX a una dosis de 1 mL por cada litro de agua



Figura 10. Aplicación de los fungicidas en la parcela experimental

6.5 Evaluaciones

La evaluación de los tratamientos se realizó a los siete días después de cada aplicación.

6.6 Variables evaluadas

Para determinar el daño causado por *Uromyces transversalis* la variable evaluada fue la severidad, la cual se midió como el porcentaje de área foliar dañada por el patógeno. Para medir la severidad se empleó la escala modificada de Cobb, según Peterson *et al.* (1948)

El porcentaje de severidad se evaluó en cinco plantas seleccionadas de manera aleatoria en cuatro esquinas y al centro de cada unidad experimental, sumando en total 15 plantas por cada tratamiento.

Para determinar si existe correlación entre la incidencia de la roya medida como el porcentaje de severidad y el rendimiento de los cormos cosechados, se tomó como variable de rendimiento el diámetro del cormo. Esta variable fue medida en las mismas 15 plantas evaluadas para cada tratamiento. El diámetro del cormo previo a la siembra fue de 1 cm.

6.7 Análisis estadístico

Severidad: Utilizando las medias del porcentaje de severidad de cada tratamiento se realizó un análisis de varianza. Para determinar cuáles tratamientos difirieron de forma significativa entre ellos se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) (SAS, 1999).

Diámetro del cormo: Con las medias del diámetro del cormo de cada tratamiento se realizó un análisis de varianza. Para determinar cuáles tratamientos difieren de forma significativa entre ellos se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) (SAS, 1999).

Severidad y diámetro del cormo: Para establecer si existe una correlación entre el porcentaje de severidad causado por *Uromyces transversalis* y el diámetro del cormo cosechado se realizó un análisis de correlación (SAS, 1999).

Eficiencia de los fungicidas

Con los valores de severidad se calculó el porcentaje de infección promedio de la enfermedad para cada tratamiento y mediante la fórmula de Abbott (1925) se obtuvo el porcentaje de eficiencia de los fungicidas para el combate de la roya del gladiolo.

Fórmula de Abbott

$$ET = \frac{(ST - st)}{ST} \times 100$$

Donde:

ET: Porcentaje de eficacia de los tratamientos

ST: Porcentaje de severidad en el testigo

st: Porcentaje de severidad en cada tratamiento

7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Pre evaluación

Previo a la aplicación de los fungicidas, las platas de nuestros tratamientos presentaban un 5% de severidad.

7.2 Porcentaje de severidad y eficacia en la primera aplicación

La evaluación se realizó el 3/10/2007, una semana después de la primera aplicación con los fungicidas sistémicos y el de contacto (Cuadro 4). El análisis de varianza mostró con evidencia significativa (α 0.001), que al menos uno de los tratamientos generó un porcentaje de severidad distinto. Mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) se determinó cuales tratamientos presentaron diferencias significativas entre ellos (Cuadro 5)

Cuadro 5. Evaluación de los tratamientos en la primera aplicación. Se muestran los tratamientos con sus valores promedio en cuanto al porcentaje de severidad y porcentaje de eficacia. Con letras diferentes se indican las diferencias significativas Tukey ($p < 0.05$).

Tratamiento	Porcentaje de severidad	Tukey ($p < 0.05$)	Porcentaje de Eficacia
Test. A	47	A	
Test. R	37	B	21.28
Tr y C	33	B	29.79
Bo + Py y C	30	B	36.17
Bi y C	20	C	57.45
Tx + Ox y C	17	CD	63.83
Ep y C	10	D	78.72
Az + Di y C	1	E	97.87
Te + Ox y C	1	E	97.87

Como se muestra en el Cuadro 5, los tratamientos (Az + Di y C) y (Te + Ox y C), difirieron de los demás ($p \leq 0.05$) presentando la menor severidad (1%) y el mayor porcentaje de eficacia (97%). Dichos resultados muestran que en la primera aplicación de las mezclas azoxystrobin + difenoconazol y tebuconazole + oxycarboxin existe un combate de la roya excelente. Para el

ingrediente activo oxycarboxin nuestros resultados concuerdan con lo obtenido por Rubi (2006), desde la primera aplicación de las mezclas azoxystrobin ($300 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$) + difenoconazol ($500 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$) y tebuconazole $600 \text{ mL} \cdot \text{ha}^{-1}$ + Oxycarboxin 1500

De forma subsecuente en cuanto al menor porcentaje de severidad, los tratamientos (Bi y C), (Tx + Ox y C) y (Ep y C) difirieron significativamente de los demás ($p \leq 0.05$) con un porcentaje de severidad de 20, 17 y 10% respectivamente, de este conjunto, el epoxiconazol que destacó por tener la mejor eficacia (78.72%), (Cuadro 5). Estos valores muestran que desde esta primera aplicación los fungicidas bitertanol, trifloxystrobin + oxycarboxin y epoxiconazol dieron lugar a un incremento en el porcentaje de severidad y con esto un combate mediano sobre la roya del gladio

En los tratamientos (Bo + Py y C), (Tr y C) y (Test. R) el porcentaje de severidad se encuentra entre (30 y 37%) por lo que no difirieron de forma significativa entre ellos ($p \leq 0.05$), (Cuadro 5). De acuerdo con estos valores consideramos que desde esta primera aplicación con los fungicidas boscalid + pyroclostrobin, triforine y clorotalonil se obtuvo un escaso combate sobre *U. transversalis*.

De acuerdo con el Cuadro 5, en caso del tratamiento (Test. A) donde no se aplicó ningún fungicida se presentó la mayor severidad (47%). Es de destacar que dicha severidad fue alcanzada en una semana. Este rápido incremento muestra que si no se aplica ningún fungicida cuando la roya está presente, en pocos días la severidad se incrementa causando graves daños a la planta.

7.3 Porcentaje de severidad y eficacia en la segunda aplicación

La evaluación se realizó el 10/10/2007, dos semanas después de la primera aplicación y una después de la aplicación intercalada del fungicida de contacto clorotalonil (Cuadro 4). El análisis de varianza mostró con evidencia significativa (α 0.001), que al menos uno de los tratamientos generó un porcentaje de severidad distinto. Los resultados la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) se muestran en el Cuadro 6

Cuadro 6. Evaluación de los tratamientos en la segunda aplicación. Se muestran los tratamientos con sus valores promedio en cuanto al porcentaje de severidad y porcentaje de eficacia. Con letras diferentes se indican las diferencias significativas Tukey ($p < 0.05$).

Tratamiento	Porcentaje de severidad	Tukey ($p < 0.05$)	Porcentaje de Eficacia
Test. A	70	A	
Test. R	57	B	18.57
Tr y C	53	BC	24.28
Bo + Py y C	50	C	28.57
Bi y C	33	D	52.86
Tx + Ox y C	30	D	57.14
Ep y C	27	D	61.43
Az + Di y C	5	E	92.86
Te + Ox y C	5	E	92.86

Como se muestra en el Cuadro 6 los tratamientos (Az + Di y C) y (Te + Ox y C), difirieron de los demás ($p \leq 0.05$) al obtenerse la menor severidad (5%) y mayor porcentaje de eficacia (92.86%). Sin embargo al comparar estos valores con el porcentaje de severidad de 1% de la primera aplicación en los mismos tratamientos (Cuadro 5) se destaca que aunque con un valor muy bajo, el porcentaje de severidad aumentó y por consiguiente la eficacia decayó. Este resultado sugiere una menor capacidad de combate de la roya con el fungicida de contacto clorotalonil.

De forma subsecuente en cuanto al menor porcentaje de severidad (Cuadro 6) los tratamientos (Ep y C), (Tx + Ox y C) y (Bi y C), no presentaron diferencias significativas entre ellos en cuanto al porcentaje de severidad (27, 30 y 33 %), pero difirieron de los demás tratamientos ($p \leq 0.05$). Estos

porcentajes obtenidos con el fungicida de contacto son mayores a los de la evaluación anterior, lo cual también se reflejó en una considerable disminución en la eficacia, no obstante en estos tratamientos aun se presenta un combate de la roya medio.

Los tratamientos (Bo + Py y C), (Tr y C) presentaron un porcentaje de severidad de 50 y 53% respectivamente (Cuadro 6), Por lo tanto en esta aplicación con el fungicida de contacto clorotalonil los porcentajes de severidad son elevados y considerablemente mayores que los anteriores situación que también se refleja en una elevada disminución en la eficacia, por tanto consideramos que el combate sobre la roya es bajo para estos tratamientos.

El Cuadro 6 muestra que el testigo regional (Test. R) alcanzó una severidad de 57%, lo que indica que en la segunda aplicación consecutiva del fungicida clorotalonil se alcanza una elevada severidad. Este resultado es consistente con lo señalado por Hewitt (1998) quien menciona que los fungicidas de contacto son ineficaces en infecciones establecidas debido a que solo forman una barrera química externa.

El testigo absoluto (Test. A) difirió de todos los tratamientos alcanzando una severidad de 70% (Cuadro 6). Esta elevada severidad alcanzada en solo tres semanas, confirma que si no se aplican medidas de combate, la roya alcanza en poco tiempo niveles altamente destructivos (Ferreira and Nevill, 1989).

7.4 Porcentaje de severidad y eficacia en la tercera aplicación

La evaluación se realizó el 17/10/2007, tres semanas después de la primera aplicación y una semana después de la segunda aplicación con los fungicidas sistémicos y el de contacto (Cuadro 4). El análisis de varianza mostró con evidencia significativa (α 0.001), que al menos uno de los fungicidas o mezclas generó un porcentaje de severidad distinto. Los resultados la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) se muestran en el Cuadro 7

Cuadro 7. Evaluación de los tratamientos en la tercera aplicación. Se muestran los tratamientos con sus valores promedio en cuanto al porcentaje de severidad y porcentaje de eficacia con letras diferentes se indican las diferencias significativas Tukey ($p < 0.05$).

Tratamiento	Porcentaje de severidad	Tukey ($p < 0.05$)	Porcentaje de Eficacia
Test. A	87	A	
Test. R	70	B	19.54
Tr y C	50	C	42.53
Bo + Py y C	47	C	45.97
Bi y C	30	D	65.52
Tx + Ox y C	20	E	77.01
Ep y C	17	E	80.46
Az + Di y C	0	F	100
Te + Ox y C	0	F	100

En los tratamientos (Az + Di y C) y (Te + Ox y C), es de destacar que el porcentaje de severidad disminuyó al grado de ya no detectarse signos de pústulas, obteniéndose entonces una eficacia del 100% (Cuadro 7). Estos resultados sugieren que en la segunda aplicación las mezclas azoxystrobin + difenoconazol y tebuconazole + oxycarboxin aun intercalados con el fungicida de contacto son altamente efectivos en el combate de *U. transversalis*.

El porcentaje de severidad de los tratamientos (Bi y C), (Tx + Ox y C) y (Ep y C) fue de 30, 20 y 17% respectivamente (Cuadro 7). Estos valores son ligeramente menores a los de la evaluación pasada (Cuadro 6), lo que sugiere que los fungicidas sistémicos bitertanol, trifloxystrobin + oxycarboxin y epoxiconazol redujeron la severidad de la aplicación intercalada con el

fungicida de contacto. No obstante estos tratamientos siguen mostrando un porcentaje de severidad medio y por lo tanto un combate mediano de la roya. Como se muestra en el Cuadro 7, los tratamientos (Bo + Py y C), (Tr y C) no difirieron entre ellos con un 47 y 50 % de severidad respectivamente ($p \leq 0.05$). Estos valores del porcentaje de severidad son ligeramente menores a lo evaluado anteriormente, sin embargo el porcentaje de severidad continúa siendo elevado. Por lo tanto boscalid + pyroclostrobin y triforine intercalados con el fungicida de contacto son ineficaces para el combate de la roya del gladiolo.

En el testigo regional (Test. R) donde se aplicó únicamente el fungicida de contacto clorotalonil se alcanzó un 70% de severidad (Cuadro 7). Este resultado muestra que el (Test. R) ha tenido un aumento constante en la severidad, por tanto al utilizar únicamente el fungicida de contacto clorotalonil el combate de la roya es casi nulo.

El testigo absoluto (Test. A) alcanzó un 87% de severidad (Cuadro 7). Tomando en cuenta que en este tratamiento han pasado solo cuatro semanas sin aplicación de ningún fungicida podemos señalar que la roya en corto tiempo es altamente destructiva.

7.5 Porcentaje de severidad y eficacia en la cuarta aplicación

En la evaluación del 24/10/2007, se analizaron los resultados de la cuarta aplicación en la cual se intercalo por segunda ocasión el fungicida de contacto clorotalonil (Cuadro 4).

El análisis de varianza mostró con evidencia significativa (α 0.001), que al menos uno de los fungicidas o mezclas generó un porcentaje de severidad distinto. Los resultados la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) se muestran en el Cuadro 8

Cuadro 8. Evaluación de los tratamientos en la cuarta aplicación. Se muestran los tratamientos con sus valores promedio en cuanto al porcentaje de severidad y porcentaje de eficacia. Con letras diferentes se indican las diferencias significativas Tukey ($p < 0.05$).

Tratamiento	Porcentaje de severidad	Tukey ($p < 0.05$)	Porcentaje de Eficacia
Test. A	100	A	
Test. R	80	B	20
Tr y C	60	C	40
Bo + Py y C	53	C	47
Bi y C	40	D	60
Tx + Ox y C	33	DE	67
Ep y C	27	E	73
Az + Di y C	5	F	95
Te + Ox y C	5	F	95

De acuerdo con este análisis (Cuadro 8), los tratamientos (Az + Di y C) y (Te + Ox y C), difirieron de los demás ($p \leq 0.05$) obteniéndose la menor severidad (5%) y mayor porcentaje de eficacia (95%). Es de destacar que al igual que en la anterior aplicación intercalada del fungicida de contacto, aunque con un valor muy bajo la eficacia disminuyó, esto confirma una menor capacidad de combate de la roya por parte del fungicida de contacto clorotalonil, que sin embargo se compensa con las aplicaciones intercaladas de las mezclas de fungicidas sistémicos azoxystrobin + difenoconazol y tebuconazole + oxycarboxin, con eficacias de 100% (Figura 11) y por tanto la eliminación de inoculo disponible. Por lo tanto en este tratamiento las mezclas de fungicidas

sistémicos intercalados con el fungicida de contacto tienen una excelente capacidad de combate de *U. transversalis*.

De forma subsecuente en cuanto al menor porcentaje de severidad los tratamientos (Ep y C), (Tx + Ox y C) y (Bi y C), no presentaron diferencias significativas entre ellos pero difirieron de los demás tratamientos ($p \leq 0.05$) presentando un porcentaje de severidad de (27, 33 y 40 %) respectivamente (Cuadro 8). En esta cuarta aplicación los porcentajes de severidad son mayores a los de la evaluación anterior, lo cual también se reflejó en una considerable disminución en la eficacia, por ejemplo el tratamiento (Ep y C) bajo en 11% su eficacia.

Los tratamientos (Bo + Py y C), (Tr y C) presentaron un porcentaje de severidad de 60 y 53% respectivamente (Cuadro 8). dichos porcentajes son considerablemente mayores a los anteriores situación que también se refleja en la disminución de la eficacia, por lo tanto consideramos que el combate sobre la roya en estos tratamientos es bajo.

Como se muestra en el Cuadro 8 el testigo regional (Test. R) donde únicamente se aplicó el fungicida de contacto clorotalonil presentó un alto porcentaje de severidad (80%), este resultado muestra nuevamente que al utilizar únicamente un fungicida de contacto el combate de la roya es ineficaz, aunque menor al del testigo absoluto (Test. A) que difirió de todos los tratamientos con la mayor severidad (100%) la cual propicia un nivel de daño máximo sobre la planta.

7.6 Porcentaje de severidad y eficacia en la quinta aplicación

La evaluación se realizó el 31/10/2007, cinco semanas después de la primera aplicación y una semana después de la tercera aplicación intercalada de los fungicidas sistémicos y el de contacto (Cuadro 4).

El análisis de varianza mostró con evidencia significativa (α 0.001), que al menos uno de los fungicidas o mezclas generó un porcentaje de severidad distinto. Los resultados la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) se muestran en el Cuadro 9

Cuadro 9. Evaluación de los tratamientos en la quinta aplicación. Se muestran los tratamientos con sus valores promedio en cuanto al porcentaje de severidad y porcentaje de eficacia. Con letras diferentes se indican las diferencias significativas Tukey ($p < 0.05$).

Tratamiento	Porcentaje de severidad	Tukey ($p < 0.05$)	Porcentaje de Eficacia
Test. A	100	A	
Test. R	90	B	10
Tr y C	63	C	37
Bo + Py y C	50	D	50
Bi y C	33	E	67
Tx + Ox y C	27	EF	73
Ep y C	20	F	80
Az + Di y C	0	G	100
Te + Ox y C	0	G	100

Los tratamientos (Az + Di y C) y (Te + Ox y C) difirieron de los demás ($p \leq 0.05$), su porcentaje de severidad se redujo al grado de no detectarse pústulas (0%) y el porcentaje de eficacia alcanzó el 100% (Cuadro 9). En estos tratamientos, las tres aplicaciones con los fungicidas sistémicos azoxystrobin + difenoconazol y tebuconazole + oxycarboxin disminuyeron el porcentaje de severidad y en la segunda y tercera aplicación se logró un 100% de eficacia, mientras que en las aplicaciones intercaladas del fungicida de contacto clorotalonil el porcentaje de eficacia solo disminuyó 5% (Figura 11). Estos resultados sugieren que en estos tratamientos donde se aplicaron los fungicidas sistémicos azoxystrobin + difenoconazol y tebuconazole + oxycarboxin intercalados con el fungicida de contacto clorotalonil, son altamente efectivos en el combate de la roya del gladiolo (Figura 12).

El resultado de la aplicación de los fungicidas sistémicos en estos tratamientos coincide con lo obtenido por Rubi (2006), para las mezclas azoxystrobin ($300 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$) + difenoconazol ($500 \text{ mL}\cdot\text{ha}^{-1}$) y tebuconazole $600 \text{ mL}\cdot\text{ha}^{-1}$ + oxycarboxin $1500 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ pero aplicados semanalmente y sin intercalar otro fungicida.

Respecto a la mezcla azoxystrobin + difenoconazol, el primer fungicida puede distribuirse de manera sistémica y homogénea en toda la planta y una parte queda en la superficie para prevenir nuevas infecciones, su mecanismo de acción se da al Inhibir la respiración en las mitocondrias presentando acción en todos los estadios de los hongos. El difenoconazol tiene una rápida penetración y larga persistencia, además de una alta actividad hacia la producción de esporas lo que disminuye la cantidad de inóculo que produce nuevas infecciones (Syngenta.2007). De esta manera la acción preventiva evita que las uredosporas presentes en el ambiente penetren al tejido vegetal, mientras tanto la acción curativa como la rápida penetración eliminan las pústulas que pudieran desarrollarse.

Para el caso de la mezcla tebuconazole + oxycarboxin, el primer ingrediente posee acción preventiva, curativa y erradicante, este fungicida se absorbe rápidamente además penetra de forma profunda y uniforme en la planta, por lo que no quedan en ella partes desprotegidas (Bayer, 2006).El segundo ingrediente activo se trasporta por el sistema vascular. Causa la inhibición de la enzima succinato deshidrogenasa, afectando la respiración celular de los hongos, por lo que posee acción protectante ataca y elimina el hongo antes de que éste dañe los tejidos de las hojas; curativa elimina el patógeno durante el periodo de incubación una vez se ha establecido dentro de los tejidos de la planta hospedante y erradicante inhibe la esporulación del hongo lo cual evita nuevas infecciones en el cultivo (Rosenstein, 2005).

Los subsecuentes mejores tratamientos fueron (Bi y C), (Tx + Ox y C) y (Ep y C) con un porcentaje de severidad de 33, 27 y 20% respectivamente (Cuadro 9), menor al porcentaje de severidad de la evaluación anterior.

En estos tratamientos se muestran que al intercalar los fungicidas sistémicos con el de contacto se presenta un combate medio de la roya. Suponemos que esto se debe que los fungicidas sistémicos bitertanol, trifloxystrobin + oxycarboxin y epoxiconazol en su primera aplicación permitieron el aumento en la severidad, con lo cual en la siguiente aplicación con el fungicida de contacto la severidad también aumento y con ello se incremento la cantidad de inócuo. No obstante al final de las aplicaciones en estos tratamientos se obtuvieron eficacias del 67, 73 y 80% lo cual se logro gracias a que en su segunda y quinta aplicación los fungicidas sistémicos disminuyeron el porcentaje de severidad aunque no fueron capaces de lograr eficacias del 100% como las conseguidas en des de los otros tratamientos (Figura 11)

Por lo tanto, los fungicidas sistémicos bitertanol, trifloxystrobin + oxycarboxin y epoxiconazol intercalados con el fungicida de contacto clorotalonil presentan un combate medio de *U. transversalis* (Figura 13). Destacando el caso de epoxiconazol el cual presentó el mejor porcentaje de eficacia (80%), y por tanto un mejor combate de la roya.

En contraposición con nuestro resultado Rolim *et al.* (1985) obtuvieron un buen combate de *U. transversalis* mediante aplicaciones semanales de bitertanol ($1000 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$) y Rubi (2006) encontró que la mezcla de trifloxystrobin $250 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$ + Oxycarboxin $500 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$ aplicada en forma semanal, tiene una alta eficacia contra *U. transversalis*. Estos trabajos muestran como Bitertanol y trifloxystrobyn + oxycarboxin aplicados semanalmente son efectivos el combate de la roya.

El bitertanol tiene capacidad de penetrar rápidamente en la superficie de las plantas, pero en comparación con los fungicidas sistémicos donde se observaron las mejores eficacias el biteranol está en desventaja al redistribuirse lentamente y de solo de forma local (Schheinpflug and KurK, 1987). Respecto a la mezcla trifloxystrobin + oxycarboxin. El trifloxystrobin tiene acción translaminar pero muy poco o ningún movimiento a través del sistema vascular, el oxicarboxim tiene excelentes propiedades protectantes, curativas y erradicante.

El tratamiento (Bo + Py y C) presentó un porcentaje de severidad de 50% y el tratamiento (Tr y C) un porcentaje de severidad de 63% (Cuadro 9).

En estos tratamientos se observa que al intercalar los fungicidas sistémicos boscalid + pyroclostrobin y triforine con el fungicida de contacto colorotalonil, el combate de la roya del gladiolo es malo (Figura 14). Atribuimos este resultado a que desde su primera aplicación estos fungicidas sistémicos mostraron una baja capacidad de combate ya que permitieron un rápido aumento en la severidad y con ello el incremento en la cantidad de inócuo, el cual disparó la severidad durante las aplicaciones con el fungicida de contacto (Figura 11)

A pesar de que el triforine se recomienda alternarlo con algún fungicida de contacto (Cremlyn 1982), nuestros datos mostraron que intercalando con clorotalonil, no se obtiene un combate satisfactorio de la roya del gladiolo. Una posible explicación a esta falta de eficacia es que el triforine penetra al tejido y de ahí se transloca a distancias cortas (Mendoza, 1990).

El testigo regional (Test. R.) donde únicamente se aplicó el fungicida de contacto clorotalonil mostró un alto porcentaje de severidad el cual llegó hasta 90% (Cuadro 9). Este resultado nos confirma que al utilizar únicamente un fungicida de contacto el combate de *U. transversalis* es casi nulo (Figura 15).

En este tratamiento el aumento en la severidad se incrementó rápidamente durante los primeros 15 días correspondientes a las dos primeras aplicaciones, para posteriormente seguir incrementándose de forma gradual (Figura 11).

Esta baja efectividad del fungicida de contacto coincide con lo reportado por Garibaldi and Aloj, (1980) quienes determinaron que los fungicidas sistémicos dan un mejor combate sobre *U. transversalis* que los fungicidas preventivos. Sin embargo, Rolim *et al.* (1985) encontraron un buen combate de la roya mediante aplicaciones semanales de clorotalonil

Al respecto podemos mencionar que los fungicidas de contacto tienen la desventaja de tener poco o nulo movimiento en las superficies de las plantas y solo forman una barrera química superficial externa. Por lo tanto para evitar

la infección deben aplicarse antes de que el patógeno penetre al hospedante, siendo ineficaces en infecciones establecidas. Por otra parte, al permanecer sobre la superficie de la planta, están sujetos a la degradación por la luz, ser lavados por la lluvia y las partes de la planta de posterior crecimiento quedan sin protección, motivo por el cual se requiere un mayor número de aspersiones (Hewitt, 1998)

El testigo absoluto (Test A.) con una severidad del 100% difirió de todos los tratamientos (Cuadro 9). Este tratamiento sin aplicación de fungicida presentó desde la primera evaluación un alto porcentaje de severidad el cual en solo tres semanas más llegó al 100% (Figura 11). Este rápido incremento en la severidad causa un daño extremo sobre la planta (Figura 16), dando como resultado la pérdida del cultivo. Al respecto (Ferreira and Nevill, 1989) señalaron que el uso de fungicidas se ha vuelto indispensable para combatir a *U. transversalis*.

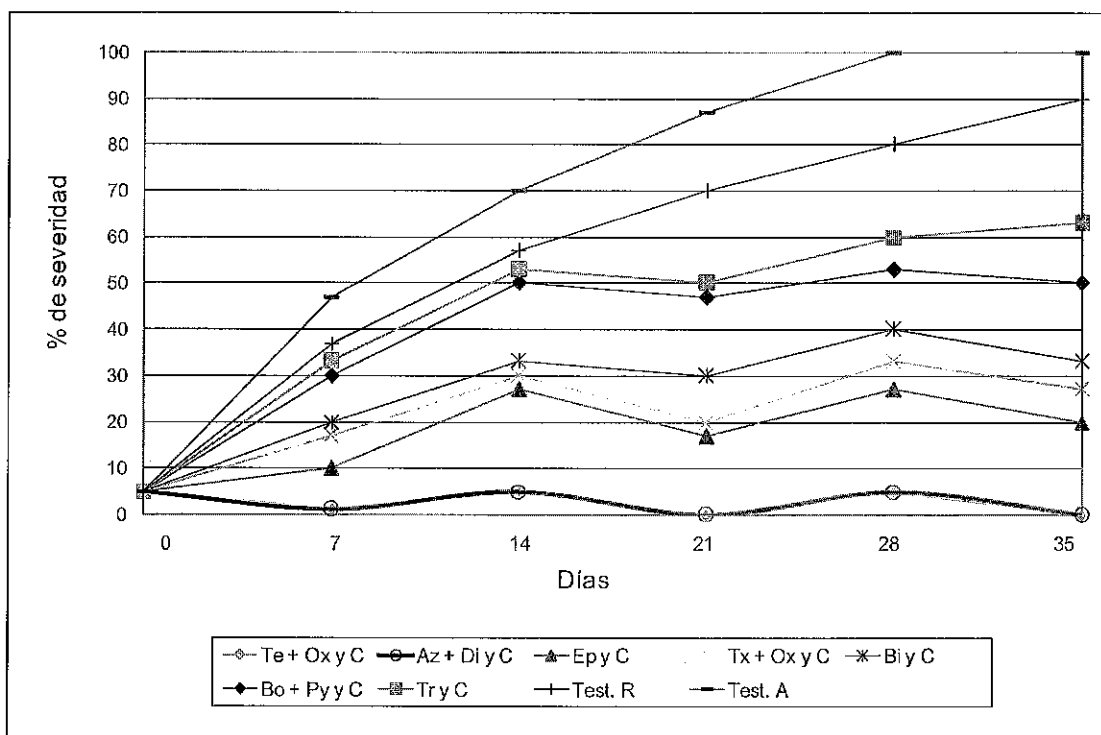


Figura 11. Porcentaje de severidad de cada tratamiento durante las cinco evaluaciones semanales.

Imágenes de la severidad causada por *U. Transversalis* en la última evaluación de los tratamientos ordenadas de acuerdo con sus diferencias significativas



Figura 12. Tratamientos que mostraron un combate excelente de *U. transversalis*. A la izquierda el tratamiento (Az + Di y C) y a la derecha el tratamiento (Te + Ox y C)



Figura 13. Tratamientos que mostraron un combate medio de *U. transversalis*. A la izquierda el tratamiento (Bi y C), al centro el tratamiento (Tx + Ox y C) y a la derecha el tratamiento (Ep y C)



Figura 14. Tratamientos donde el combate de la roya del gladiolo es malo. A la izquierda el tratamiento (Tr y C) y a la derecha el tratamiento (Bo + Py y C)



Figura 15. Testigo regional donde el combate de *U. transversalis* es casi nulo



Figura 16. Comparación entre el testigo absoluto con uno de los mejores tratamientos. A la izquierda se muestra el testigo absoluto y a la derecha el tratamiento (Te + Ox y C)

7.7 Diámetro del cormo

Previo a la siembra los cormos midieron 1 cm de diámetro y se cosecharon el día 31/10/2007 cinco semanas después de la primera aplicación. Con los datos de cada tratamiento en cuanto al diámetro del cormo se realizó un análisis de varianza, el cual mostró que al menos uno de los tratamientos es significativamente diferente a los demás (α 0.001).

De acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) se determinó cuáles tratamientos difirieron entre sí de forma significativa (Figura 13).

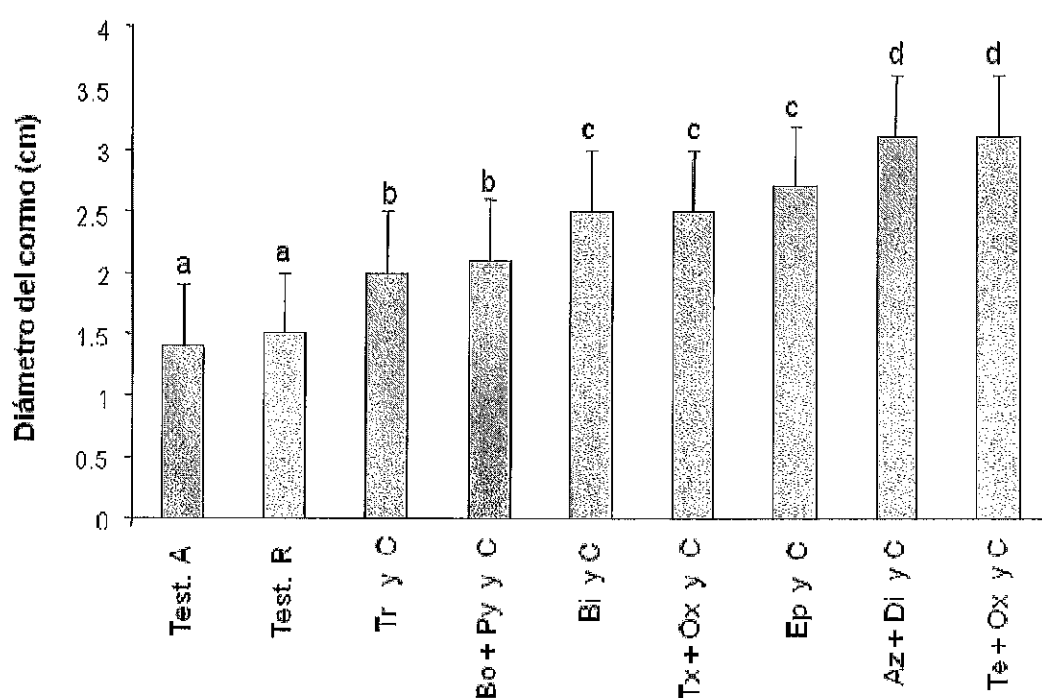


Figura 17. Diámetro promedio del los cormos al final de las aplicaciones, con letras diferentes se indican las diferencias significativas entre los tratamientos Tukey ($p < 0.05$)

Como se muestra en la Figura 17, el mayor diámetro de los cormos fue de 3.1 cm y se obtuvo en los tratamientos (Az + Di y C) y (Te + Ox y C) los cuales son significativamente diferentes a los demás ($p \leq 0.05$). El diámetro de 3.1 cm obtenido es muy superior del diámetro de inicio (1 cm) y es clasificado por la Asamblea Norteamericana de gladiolo como grande y propio para su ser utilizado para flor de corte (Leszczyńska y Boris, 1994). Es importante señalar que en estos tratamientos fue donde se logró la mejor eficacia contra *U*.

transversalis (Figura 11), lo cual muestra que al reducir la severidad, se obtiene un mejor desarrollo de los cormos, atribuimos este resultado a que al tener menor severidad en las hojas estas tienen una mayor disponibilidad de área fotosintética lo cual permite a la planta sintetizar mas nutrientes

Los tratamientos (Bi y C), (Tx + Ox y C) y (Ep y C) difirieron significativamente de los demás ($p \leq 0.05$) al obtenerse un diámetro en los cormos de (2.5), (2.5) y (2.7cm) respectivamente (Figura 17), Estos valores son superiores a el diámetro de inicio (1 cm) y son clasificados por la Asamblea Norteamericana de gladiolo como medianos, que de acuerdo con Landeras *et al.* (2007), es suficiente para ser utilizado para la producción de flor de corte. Considerando que en estos tratamientos la eficacia en el combate de la roya fue mediana, podemos decir que aún cuando existen daños por *U. transversalis* es posible obtener un crecimiento del corno suficiente para destinarlo a la producción de flor de corte. De estos tratamientos es interesante señalar que aunque epoxiconazol fue el que presentó la mejor eficacia esto no incidió de una forma significativa en un mayor diámetro del corno, lo cual concuerda con que en este último grupo de tratamientos tampoco presentaron diferencias significativas en cuanto al porcentaje de severidad.

En los tratamientos (Tr y C) y (Bo + Py y C) se obtuvo un diámetro en los cormos de 2 y 2.1 cm respectivamente (Figura 11) por lo que no difirieron entre ellos de forma significativa ($p \leq 0.05$). Estos diámetros apenas son mayores a los del corno de inicio (1 cm) y son clasificados por la Asamblea Norteamericana de gladiolo como chicos que de acuerdo con Landeras *et al.* (2007), son apropiados para la producción de cormos más grandes. El escaso crecimiento en el diámetro de estos cormos puede deberse a que en estos tratamientos el porcentaje de severidad fue alto, resultando en una disminución del área fotosintética.

El testigo regional (Test, R) con 1.5 cm y el testigo absoluto (Test A) con 1.4 cm de diámetro del corno no difirieron entre ellos de forma significativa ($p \leq 0.05$). Los diámetros de estos tratamientos son escasamente mayores al

diámetro de inicio (1 cm) y caen entre los rangos > 1.3 a ≤ 1.9 , los cuales son clasificado por la Asamblea Norteamericana de gladiolo como cormillos que de acuerdo con Landeras *et al.* (2007), solo pueden ser empleados para la producción de cormos más grandes. Este precario crecimiento es consistente con el alto porcentaje de severidad alcanzado de manera muy temprana en estos tratamientos, dando como resultado la casi nula presencia de área fotosintética desde las primeras etapas lo cual se traduce en una menor capacidad para transformar la energía solar en biomasa, por lo tanto los graves daños foliares producto de una mayor severidad causan una disminución en el desarrollo del cormo.

7.8 Correlación entre la severidad y el diámetro del cormo

Encontramos que existe una relación significativa e inversamente proporcional entre el porcentaje de severidad causado por *Uromyces transversalis* y el diámetro del cormo cosechado ($\alpha < 0.05$), la regresión lineal confirmo este resultado al obtener una r^2 de 0.9914, lo cual no confirma que a medida que aumenta el porcentaje de severidad causado por *U. transversalis* existe una disminución en el diámetro del cormo (Figura 18).

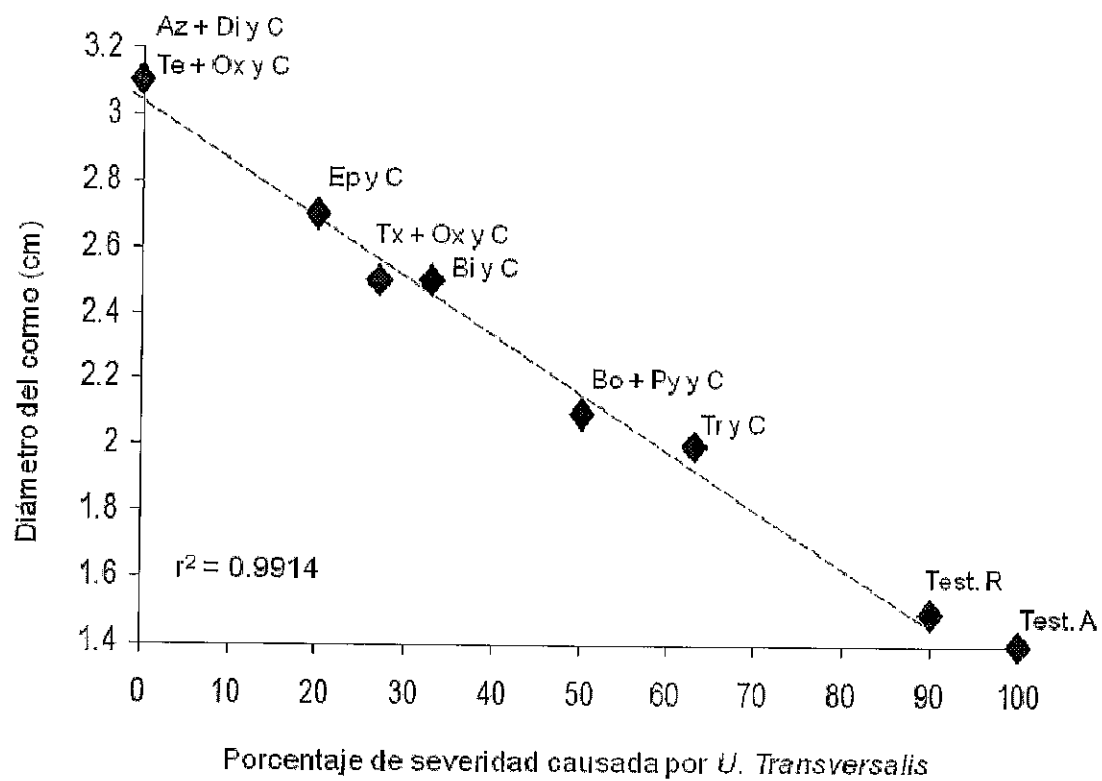


Figura 18. Correlación entre la severidad causada por *U. transversalis* y el diámetro del corno ($\alpha < 0.05$) la r^2 obtenida fue de de 0.9914

8 CONCLUSIONES

Las mezclas de fungicidas sistémicos azoxystrobin + difenoconazol y tebuconazole + oxycarboxin en aplicaciones alternadas con el fungicida de contacto clorotalonil, resultaron ser altamente efectivas en el combate de la roya del gladiolo, lográndose un 100% de eficacia. Por lo tanto la aplicación alternada de dichos fungicidas, constituye una estrategia para evitar que *Uromyces transversalis* se vuelva resistente a los fungicidas sistémicos

Los fungicidas bitertanol, trifloxystrobin + oxycarboxin y epoxiconazol intercalados con el fungicida de contacto clorotalonil presentaron un porcentaje de severidad de 33, 27 y 20% respectivamente por lo tanto presentan un combate medio de *U. transversalis*.

Al intercalar los fungicidas sistémicos boscalid + pyroclostrobin y triforine con el fungicida de contacto clorotalonil, se obtuvo un 50 y 63% como porcentaje de severidad, por lo que el combate de la roya del gladiolo es malo.

Al utilizar únicamente el fungicida de contacto clorotalonil el combate de *U. Transversalis* es casi nulo, con lo cual las pérdidas pueden ser muy elevadas.

El 100% de severidad en el testigo absoluto, confirma que si no se aplican medidas de combate, en poco tiempo la roya alcanza niveles altamente destructivos, siendo el uso de fungicidas indispensable para combatir a *U. transversalis*

El mayor diámetro del corno clasificado como grande se obtuvo en los tratamientos donde el combate de la roya fue excelente y el diámetro mediano, se presentó en los tratamientos donde el combate de la roya fue mediano., por lo tanto los cormos obtenidos pueden ser utilizados para flor de corte.

Los cormos clasificados como chicos se obtuvieron en los tratamientos donde el combate de la roya del gladiolo es malo. Los cormos escasamente desarrollados clasificado como cormillos se obtuvieron en el testigo regional y testigo absoluto caracterizados por tener una elevada severidad. Tanto el tamaño chico como los cormillos no son apropiados para la producción de flor de corte por lo que se destinan a producir cormos más grandes.

Existe una relación significativa e inversamente proporcional entre el porcentaje de severidad causado por *Uromyces transversalis* y el diámetro del corno cosechado lo cual confirma que a medida que aumenta el porcentaje de severidad causado por *U. Transversalis* existe una disminución en el diámetro del corno

9 LITERATURA CONSULTADA

- Abbott, W. S. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*. 18: 265-267.
- Aloj, B., V. Albano, and A. Garibaldi. 1981. Research on some epidemiological aspects of the gladiolus rust *Uromyces transversalis* (Thum) Winter. *Annali della Facolta di Scienze Agrarie della Universita degli Studi di Napoli Portici*. 15 (2):81-85.
- Hawksworth, D.L, P.M. Kirk, B.C. Sutton, and D.N. Pegler. (1995) Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. 8th ed. Wallingford: CAB International. 616 p.
- Bautista, M.N., L.J. Alvarado, P.J. Chavarín, and A.H. Sanchez. 2002. Combate fitosanitario de ornamentales. Colegio de Postgraduados. México. 237 p
- Bayer, 2006. www.bayer.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.
- Bushman, J.C. M. 1985. El gladiolo como flor cortada en zonas subtropicales y tropicales. Centro Internacional de Bulbos de Flores; Hillegon, Holanda, pp. 25-31
- Carrera, J.C.M. 1947. Estudio de una nueva enfermedad del gladiolo en la Republica de Argentina. Folleto Ministerio de Agricultura de la Nación. Instituto de Sanidad Vegetal. Buenos Aires, Argentina. 8 p.
- Cobos, P.N., J. Sahagun, y C. Romero. 1995. Evaluation of *Trichoderma* spp. como agente de combate biológico contra *Fusarium* y *Phytophthora arechsleri* en gerbera. Memoria del V congreso Nacional de Horticultura Ornamental. Facultad de estudios Superiores de Cuautitlan, UNAM. Edo. Mex. 95 p
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de México (CESAVEM). 2005. Resultados del muestreo de la roya transversal del gladiolo en el Estado de México. Edo. Mex., México. 12
- Correa, P.M. 1974. Dicionario das plantas útesis do Brasil e das exóticas cultivadas. Ministerio de Agricultura. Servico de Informacao Agrícola 5 (3): 409-415.
- Cremlyn, R. 1982. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. Limusa. D.F. México. 356 p
- De la Rosa, S.R. 2004. Combate químico de la maleza en el cultivo del gladiolo (*Gladiolus grandiflorus*) en Oacalco, Morelos, México. Tesis

- Profesional. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Edo. Mex. México. 63 p
- Ferreira, J.F., and W.G. Nevill. 1989. Evaluation of bitertanol and triadimefon for the combate of *Gladiolus* rust caused by *uromyces transversalis*. Plant. Disease. 73: 987-990
- Ferreira, J.F., S. Verryyn, and F.H.J. Rijkenberg. 1990. The phenotypical responses of gladiolus germoplasm with different degrees of resistance tu *Uromyces Transversalis* Euphytica. 49 (3): 215-221
- García, J.J., y G.A. Alfaro. 1985. Inspección fitosanitaria del bulbo de gladiola. Estudio básico. Boletín del servicio contra plagas e inspección fitosanitaria No-3 Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. 71p
- Garibaldi, A., and B. Aloj. 1980. Observations On Biology and Combate of *Uromyces Transversalis* (Thum) Winter On *Gladiolus* un Southern Italy. In Acta Hort. 109: 409-413.
- Gómez, V.R. Desinfección de cormos y tipos de sustratos en la producción de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus*, Hort.) en hidroponia. Tesis Profesional. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México. 74 p
- Grabowska, B. 1986. Gladiolas. Pwri. Varsovia.
- Goldblatt, P.; J.C. Manning, and P. Bernhardt. 2001. Radiation of Pollination Systems in *Gladiolus* (Iridaceae: Crocoideae) in Southern Africa. Annals of the Missouri Botanical Garden. 4: 713-734
- Hernández, J.R. 2004. Invasive Fungi Rust. Systematic and Mycology http://nt.arsgrin.gov/sbmlweb/onlineresources/fungi_online.cfm.
- Hewitt, H.G. 1998. Fungicides in crop protection. CAB International. Wallingford, United Kingdom. 221 p
- Hong, K.S., G.W. Kim, D.W. Cho, and G.H. Kim. 2003. Occurrence of Gray Mold in *Freesia* and *Gladiolus* Caused by *Botrytis gladiolorum* in Korea. Plant Pathol. J. 19(2): 102-105
- Hsieh, S.P.Y. 1986. Ecology and combate of *Gladiolus Fusarium* whilt. Review of Plant Patology. 65: 198.
- Singha, B.R., and V.K. Dubeya. 2007. Inhibition of mosaic disease of *Gladiolus* caused by Bean yellow mosaic and cucumber mosaic viruses

by virazole. National Botanical Research Institute. Scientia Horticulturae. 114: 54-58

- Khalil, G.A., C.V. Alcalá, R. Ferrera-Cerrato, V.J. Mendoza, P.C. Mercado, y S.M. Larqué, 2001. Arbuscular Mycorrhizae Fungi as a Component of Biological Combate of Root Rot Caused by *Fusarium* sp. in Gladiola. Terra latinoamericana 19(003) 259-264
- Kurk. K.H. and T.W. Thiel. 1987. On the sistemic properties of the active ingredient of the fungicides folicur and raxil. Pflanzenschutz-nachrichten Bayer. 40: 133-152
- Landeras, G., J. Pascualena, y A. Ortiz-barredo. 2007. Producción de cormos de gladiolo en Álava. Departamento de Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco. 5 p
- Larson, R. A. 1988. Introducción a la floricultura. Agt editor, S. A. México. 551 p
- Leszczyńska de Borys, H., y M.W. Borys. 1994. Gladiola. Edamex. México D.F., México pp. 234-245
- Magie, R.O. 1980. Biological combate of *Fusarium* disease of *Gladiolus*. Acta Horticulture. 109: 415-420
- Massey, L.M. 1926. Fusarim rot of *Gladiolus* corms. Phytopatology. 16: 509-523.
- Mckenzie, E.H.C. 2000. *Uromyces transversalis*, rust fungus found infecting Iridaceae. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 28: 289-292.
- Mendoza, Z.C. 1990 Fungicidas sistémicos y su modo de acción. Departamento de parasitología. Universidad Autónoma Chapingo. Edo. Mex. México. 63 p
- Osuna, A.R. 1998. El cultivo del gladiolo (*Gladiolus grandiflorus*) en el valle de Matatipac, Nayarit. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia. 49 p
- Pandolfo, F.M., and A. Garibaldi. 1986. Chemical combate trials against *Gladiolus* rust (*Uromyces transversalis*) in Tuscany. Atti Giornate Fitopatologiche. 2: 371-378.

- Peterson, R. F., A. B. Campbell, and A. E. Hannah. 1948. A diagrammatic scale of estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. Can. J. Res. Section. C 26:496-500.
- Pitta, G.P.B., M.B. Figueredo, E.J.B.N. Cardoso, and J.F. Hennen. 1981. Ferrugem (*Uromyces transversalis*) (Thum) Winter): a nova doenca do gladiolo (*Gladiolus* spp.) no Brazil. *Biológico*. 47(12): 323-328.
- Raj, H., and S. Upmanyu. 2006. Solarization of soil amended with residues of cabbage leaves and corm treatment with fungicides for management of wilt *Fusarium oxysporum* of *Gladiolus grandiflorus*. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 76 (5): 307-311.
- Ramirez, R.F. 2005. Detection of *Gladiolus* Rust (*Uromyces transversalis*) in México. <http://www.pestalert.org/notifications.cfmregión=México>.
- Rolim, P.R.R., M.S. Rubo, D.A. Oliviera, and J.O. Satory, 1985. Chemical combate of rust (*Uromyces Transversalis* (Thum) Winter) of *Gladiolus* spp. *Biológico*. Sao Paulo, Brasil 51 (2): 29-33
- Romero, C.S. 1994. Hongos fitopatógenos. Universidad Autónoma Chapingo. México. 347p.
- Rosenstein, S.E. 2005. Diccionario de especialidades agroquímicas. Thomson PLM, SA de CV. D.F. México. 1795 P
- Rubi, R. J. 2006. Combate Químico de la roya del gladiolo *Uromyces transversalis* Thumen (Winter), en Atlixco Puebla. Tesis Profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. México. 75 p
- SAS Institute. 1999. SASA Release 8.1 Edition. SAS Institute. Inc. Cary, N.C. USA.
- Salinger, J.P. 1991. Producción comercial de flores. Acribia. S.A. Zaragoza, España. 371 p
- Sharma, N., and A. Tripathi. 2008. Integrated management of postharvest *Fusarium* rot of *Gladiolus* corms using hot water, UV-C and *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. essential oil. *Postharvest Biology and Technology* 47: 246–254
- Schubert, T., R. Leahy, and A. Silagyi. 2006. Pest alert. *Gladiolus* rust (*Uromyces transversalis*) arrives in the US: Florida and California. DPI-FDACS. <http://www.doacs.state.fl.us/pi/enpp/pathology%5Cgladiolus-rust.htm1>.

- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria SENASICA 2005. Guía Fitosanitaria para el Combate de la Roya del Gladiolo en México. D.F, México. 11 p
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) 2007 <http://www.siap.gob.mx/index.php?idCat=107>
- Stebbins, T., and D. Jonson. 2001. Regulatory Combate. En: Jones, R. K., and D. M. Benson, (eds) Diseases of Woody ornamentals and Trrees in Nurseries. American. Phytopathological society, St. Paul, MN. pp. 457-458.
- Syngenta. 2007. Manual de productos. www.syngenta.com.mx
- Toledo, Y., A. Hernández, M. Álvarez, G.M. Martín, y R. Márquez. 2002. Determination of the antagonistic effect o f a *Burkholderia cepacia* strain biopreparation against *Fusarium* sp. in *Gladiolus* sp. crop. Cultivos tropicales 23 (4): 11-15
- Tombolato, A.F., J.L. De Castro, and L.A. Mathes. 2002. Brazilian Breeding Program on *Gladiolus* spp. Histpry and First Results. Acta Hort 570: 219-224
- United States Department of Agriculture (USDA). 2007. Agricultural Research Service. Systematic Mycology and Microbiology Laboratory. Invasive Fungi Fact Sheets.
- Animal and Plant Health Inspection Service APHIS. 2005. Rust Detected at Mexican Border Ports of Entry on Gladiolus from Mexico Offshore Pest Information System. Comments: Report No 9857.
- Verdaguer, M.A. 1981. Variedades de Gladiola para flor cortada. Ministerio de Agricultura España. 24 p.
- Venancio, J.S. 2005. Análisis de riesgo de la gladiola (*Gladiolus* spp.) ante el establecimiento de la roya (*Uromyces transversalis*) en México. Tesis de Licenciatura. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo; Chapingo, México. 73 p
- Vidalie, H. 1992. Producción de flores y Ornamentales. Mundi-Prensa. Madrid, España. 371 p

CAPITULO 2

POTENCIAL DE *VERTICILLIUM LECANII* COMO MICOPARASITO DE LA ROYA DEL GLADIOLO (*UROMYCES TRANSVERSALIS*)

1 INTRODUCCIÓN

El combate de enfermedades foliares fungosas se ha realizado mediante fungicidas químicos (Hewitt, 1998), que empleados en grandes cantidades tienen un impacto negativo sobre los ecosistemas y la salud del hombre, otro inconveniente es el desarrollo de resistencia de los hongos con la consiguiente pérdida de eficacia de los fungicidas (Barrera, 1989). Actualmente debido a la importancia de lograr el desarrollo de una agricultura sustentable se está poniendo especial interés en encontrar dentro del combate biológico alternativas para el combate enfermedades foliares (Miller *et al.*, 2004). Los hongos representan una alternativa importante dentro del combate biológico de enfermedades ya que el uso de estos no es nocivo para el medio ambiente ni para el operario, no deteriora la fauna benéfica, se pueden integrar a programas de combate integrado, se puede usar para agricultura orgánica, no tiene efectos tóxicos por acumulación en aplicaciones sucesivas y no tiene límite máximo de residuos (Bautista, 2002)

Los hongos presentan varios mecanismos que les permiten combatir a un patógeno entre dichos mecanismos se encuentran: la producción de antibióticos o enzimas, competencia por nutrientes, inducción de mecanismos de resistencia y micoparasitismo (Burges, 1998)

Dentro de estas alternativas la utilización de micoparásitos, abre nuevas posibilidades en el combate de enfermedades foliares por lo que actualmente la búsqueda e investigación de micoparásitos está cobrando especial importancia (Kim *et al.*, 2007), por ejemplo Romero *et al.* (2002), reportaron que la aplicación en hojas de melón de hongos micoparásitos reduce el

desarrollo de *Sphaerotheca fusca*, Spencer (1980) demostró que *V. Lecanii* puede ser un efectivo hyperparásito de varias hongos fitopatógenos.

Dentro de la investigación y búsqueda del combate biológico con micoparásitos es necesario primero establecer si el fitopatógeno a combatir es parasitado por el hongo que se empleará como micoparásito

1.1 OBJETIVO

Determinar si *Verticillium lecaii* parasita las uredias en hojas de gladiolo de *Uromyces transversallys*.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Micoparasitismo: Este se da cuando un hongo ataca a otro, y se presentan una serie de eventos secuenciales los cuales incluyen reconocimiento, ataque y subsecuente penetración y muerte del hospedero (Benitez *et al.*, 2004). Como parte del mecanismo de penetración el micoparásito libera enzimas como quitinásas y glucanásas que disuelven la pared del hospedante (Zhen-Xiang *et al.*, 2005)

Las principales limitaciones para la eficacia de los micopatógenos son la temperatura y la humedad (Helyer *et al.*, 1992). Sin embargo Fernández y Juncosa (2002) han señalado que varios adyuvantes aumentan la germinación de las esporas, como es el caso del aceite de maíz sin refinar, que mejora la actividad de *Colletotrichum truncatum* y reduce los requerimientos de humedad necesarios para su germinación.

2.2 *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas.

2.2.1 Distribución: Se encuentra ampliamente distribuido, incluyendo desde regiones tropicales hasta las templadas y frías, sin embargo, parece que causa mayores epizootias en las regiones tropicales (Harper and Huang, 1986)

2.2.2 Importancia: *Verticillium lecanii* se ha empleado como un eficiente entomopatógeno en el combate de áfidos y mosquita blanca y recientemente ha puesto interés en su potencial para parasitar hongos fitopatógenos (Kim, 2008), Por lo que se ha planteado su uso en el combate integrado de plagas.

2.2.3 Clasificación taxonómica (Zare and Gams, 2001).

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Orden: Hypocreales

Familia: Cordycipitaceae

Género: *Torrubiella*.

2.2.4 Morfología: las colonias de 10 días de edad son ligeramente algodonosas de color blanco crema varían de incoloras a pálidas o profundamente amarillas. Las hifas son de 1 a 2 μm de grueso. Fiálides simples, o en pares o en verticilos de 3 o 4 sobre conidióforos probablemente desarrollados, más parecidos al micelio vegetativo; de consistencia delicada y tamaño variable, dependiendo de la raza y de la edad del cultivo. Las dimensiones de las fiálides van desde 8.5 a 16 x 0.8 a 1.2 μm , hasta 30 a 40 x 2 a 2.2 μm . Conidioforos simples o agregados en cabezuelas al final de las fialides; con formas que varían de elipsoides a cilíndricos con los extremos redondeados. Su tamaño varía dependiendo de la raza desde 2.3 a 3.4 x 1 a 1.3 μm hasta 7.2 a 10 x 2.1 a 2.6 μm .

Clamidosporas ausentes. Blastosporas formadas en cultivos sumergidos (Brady, 1979)

2.2.5 Forma comercial: *Verticillium lecanii* está disponible en dos productos producidos por Koopert Biological System en Inglaterra los cuales contienen diferentes aislamientos del ingrediente activo: Vertalec se utiliza contra áfidos y Mycotal contra mosca blanca y trips. Vertalec fue introducido en 1981 y es formulado con una fuente de nutrientes en forma de polvo humedecible y demostrado su eficacia contra diferentes especies de áfidos (Milner, 1997)

2.2.6 Mecanismo de acción: Las esporas que contiene el hongo, invaden la superficie de su huésped específicamente en la cutícula o exoesqueleto,

subsecuentemente se producen quitinazas las cuales hidrolizan y destruyen el exoesqueleto del insecto para así formar un tubo germinativo, el cual penetra e invade el interior del hospedero, una vez dentro, el hongo empieza a multiplicarse rápidamente de manera que su dispersión es por todo el cuerpo (Harper and Huang 1986).

2.2.7 Antecedentes *Verticillium lecanii* se ha empleado como un eficiente entomopatógeno en el combate de áfidos y mosquita blanca que son dos de las principales plagas presentes en invernaderos por ejemplo: Helyer *et al.* (1992) mostraron un combate efectivo de varios insectos plaga en *Chrysanthemum* realizando aplicaciones quincenales de *Verticillium lecanii* a partir de la plantación y manteniendo una H.R de 95% durante cuatro noches a la semana.

Recientemente se ha descubierto que *V. Lecanii* puede ser un efectivo hiperparásito de varios hongos fitopatógenos tales como las royas *Uromyces dianthi* en clavel (Spencer, 1980), *U. appendiculatus* en el friol enano (Grabski, and Mendgen 1986) y *Puccinia recondita* en trigo (Spencer and Atkey, 1981), así como también de las cenicillas: *Oidium tingtonium* en cítricos (Raghavendra and Pavgi, 1977), y *Sphaerotheca fuliginea* en pepino (Spencer and Ebben, 1981). Benhamou (2004) mostró el potencial de *Verticillium lecanii* en la protección de frutos de cítricos contra *Penicillium digitatum*

Askary *et al* (1996) Mostraron que durante el antagonismo que ejerce *V. lecanii* sobre *S. fuliginea* existen una serie de eventos específicos que ocurren tales como: fijación del antagonista, presión mecánica y producción de enzimas como quitinazas, penetración y crecimiento activo del antagonista, digestión de los tejidos del hospedante y liberación del antagonista de células muertas

Debido a esto antecedentes se ha puesto especial interés en su potencial como entomopatógeno y micopatógeno de manera combinada (Askary *et al* 1998)

3 MATERIAL Y MÉTODO

3.1 Lugar de la investigación

El trabajo se dividió en dos fases una en laboratorio y otra en campo. La primera fase se desarrollo en el laboratorio de entomopatógenos del Colegio de Postgraduados y consistió en la obtener conidios de *Verticillium lecanii*, en polvo. la asesoría y material fueron proporcionadas por la doctora Raquel Alatorre y personal del laboratorio. La segunda fase se llevó a cabo en una plantación de gladiolo durante el ciclo agrícola otoño-invierno del 2007 en Zacualpan, Estado de México.

3.2 Obtención de conidios

Partiendo de miclio de *Verticillium lecanii* creciendo en bolsas con arroz, se inició el proceso de obtención conidios en polvo. El arroz y micelio seco, se colocaron en una licuadora y se molieron lentamente evitando así que el material biológico se calentara (Figura 1).

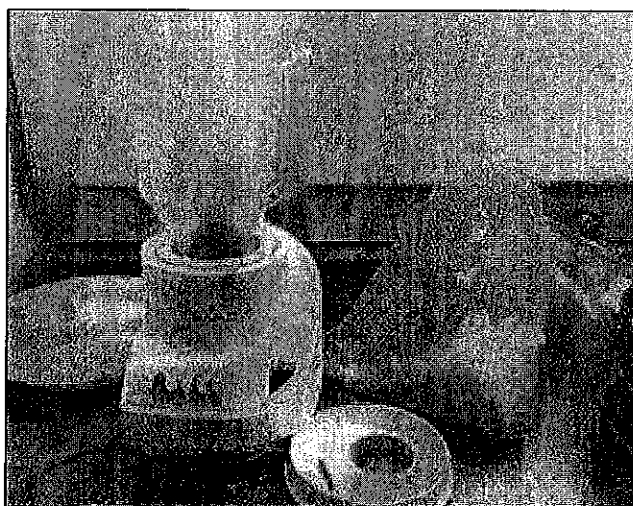


Figura 1. Bolsa con arroz micelio y conidios de *V. lecanii* después de ser molidos.

Del proceso de molido se obtuvo un polvo grueso integrado por arroz micelio y conidios, el cual se tamizó para separar el arroz de los conidio y micelio de *Verticillium lecanii* (Figura 2).

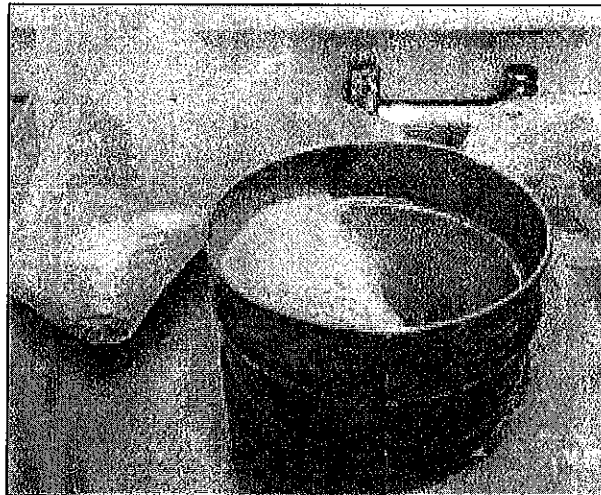


Figura 2. Tamizado del arroz, micelio y conidios de *V. lecanii*

Mediante el tamizado se obtuvo un polvo blanco y fino integrado por micelio y conidios de *verticillium lecanii*. Este polvo blanco se embolsó y almaceno por una semana antes de su aplicación ene campo.

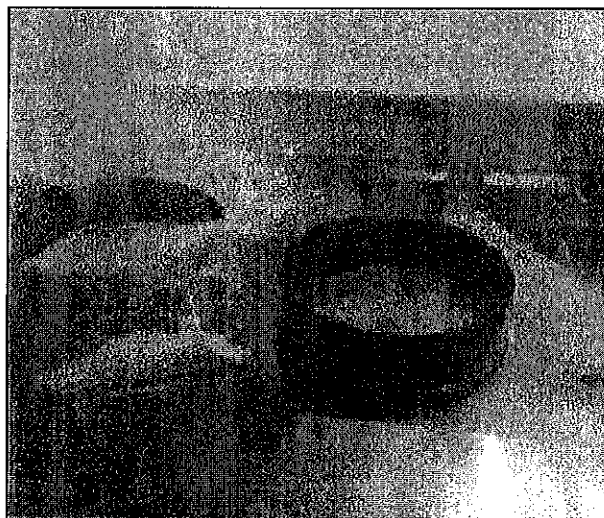


Figura 3. Bolsa con micelio y conidios de *Verticillium lecanii*.

La concentración de conidios de *Verticillium lecanii* por gramo se determino mediante un hemocitómetro y un microscopio compuesto. Pare ello se tomó una parte del polvo con micelio y conidios y se suspendió en 10 mL con agua, a partir de esta suspensión madre se realizaron nuevas diluciones. Una vez

obtenida la disolución final se realizaron ocho conteos de conidios en el hemocitometro y se obtuvo el promedio, con el cual se calculo que la concentración de conidios por litro fue de 1×10^7

3.3 Aplicación en campo

La aplicación se realizó el 26/9/07 en una parcela con gladiolo en la cual se seleccionó un área de 25 m². Previo a la aplicación se determino que las plantas de gladiolo presentaban un 5% de severidad.

Se aplicaron 10 g de polvo con conidios de *Verticillium lecanii* obteniéndose una concentración de 1×10^8 conidios por litro.

3.4 Evaluaciones

Después de la aplicación con *Verticillium lecaii* se colectaron cinco hojas en cada una de las esquinas y al centro del área seleccionada. Las hojas cortadas se colocaron en cajas petri con papel húmedo las cuales posteriormente se incubaron por tres días a una temperatura de 25 °C. Después de este periodo las pústulas sobre las hojas fueron observadas en los microscopios estereoscópico y óptico para detectar el desarrollo de micelio y presencia de conidios de *Verticillium lecaii* sobre las pústulas de la roya

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 100% de uredias presentó un micelio blanco cubriéndolas completa o parcialmente. Para estar seguros que el micelio fuera de *Verticillium lecanii*, observamos al microscopio óptico una preparación de micelio creciendo sobre las uredias. En dicha preparación observamos micelio con estructuras llamadas fiálidas, verticiliadas que tienen apariencia de ramas, de esta manera determinamos que el micelio pertenecía a *V. lecanii*. El micelio verticilado también se observó en el microscopio estereoscópico (Figura 1)

Para observar a detalle la colonización de *V. lecanii* observamos las uredias al microscopio estereoscópico, identificando el desarrollo de abundante micelio cubriendo por completo la uredia de *U. transversalis* (Figura 2).

A partir de Las observaciones al microscopio óptico y estereoscópico podemos afirmar que bajo condiciones de alta humedad relativa a temperatura de 25 °C *Verticillium lecanii* parasita las uredias de *U. Transversalis*. Estos resultados son similares a lo reportado por Allen (1982) quien encontró *V. lecanii*, colonizó las uredia de *Uromyces appendiculatus*



Figura 4 Micelio de *V. lecanii* donde se observan fiálidas, verticiliadas con apariencia de ramas



Figura 5. Micelio de *V. lecanii* cubriendo casi por completo las uredias de *U. Transversalis*

5 CONCLUSIONES

Verticillium lecanii parasita las pústulas de *U. transversalis* en hojas de gladiolo en condiciones de alta humedad relativa y temperatura de 25 °C, estas condiciones ambientales también son propicias para el desarrollo de la roya del gladiolo, por lo tanto *V. lecanii* tiene potencial para el combate biológico en el combate de la roya del gladiolo.

Sin embargo aun que por investigar la eficacia de *Verticillium lecanii* aplicado de forma preventiva y cuando la infección ya está presente.

6 LITERATURA CONSULTADA

- Allen, D.J. 1982. *Verticillium lecanii* on the bean rust fungus, *Uromyces appendiculatus*. British mycological society. 79 (2): 362-364.
- Askary H.; Carriere Y.; Belanger R. R.; Brodeur J. 1998. Pathogenicity of the Fungus *Verticillium lecanii* to Aphids and Powdery Mildew. *Biocombate Science and Technology*, 8 (1): 23-32
- Askary, H., N. Benhamou, and J. Brodeur. 1996. Ultrastructural and Cytochemical Investigations of the Antagonistic Effect of *Verticillium lecanii* on Cucumber Powdery Mildew. *Biochemistry and Cell Biology*
- Barrera O.R. 1998 combate de la resistencia a fungicidas CIBA-GEIGY. Mexico D.F. 28 p.
- Bautista, M.N., Alvarado, L.J., Chavarín, P.J. y Sanchez, A.H. 2002. Combate fitosanitario de ornamentales. Colegio de Postgraduados. México. 237 p
- Benhamou, N. 2004. Potential of the Mycoparasite, *Verticillium lecanii*, to Protect Citrus Fruit Against *Penicillium digitatum*, the Causal Agent of Green Mold: A Comparison with the Effect of Chitosan. *Phytopathology*. 94 (7): 693- 706.
- Burges, H.D. (1998) *Formulation of Microbial Pesticidas*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, Holanda.
- Fernández, C y R. Juncosa. (2002) *Biopesticidas: ¿la agricultura del futuro?* *Phytoma* 141: 14 – 19
- Grabski, G. C., and K. Mendgen. 1986. Die parasitierung des bohnenrostes *Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus* durch den hyperparasiten
- Harper, A. M. y H.C. Huang. 1986. Evaluation of the entomophagous fungus *Verticillium lecanii* as a combate agent for insects. *Environ. Entomol.* 15: 281-284.
- Helyer, N., G. Gill, A. Bywater and R. Chambers. 1992. Elevated humidities for combate of chrysanthemum pests with *Verticillium lecanii*. *Pestic. Sci.* 36: 373-378
- Hewitt H.G. 1998. *Fungicides in crop protection*. Cambridge University press. Cambridge. United Kingdom. 220 p.

- Kim, J.J., S.M. Goettel and R.D. Gillespie. 2007. Evaluation of *Lecanicillium longisporum*, *Vertalec* for simultaneous suppression of cotton aphid, *Aphis gossypii*, and cucumber powdery mildew, *Sphaerotheca fuliginea*, on potted cucumbers. *Biological combate* 45: 404-409.
- Milner, R.J., 1997. Prospect for biopesticides for aphid combate. *Entomophaga* 42: 227 - 239
- Miller, T.C., W.D. Gubler, F.F. Laemmlen, S. Geng, and D.M. Rizzo. 2004. Potencial for using *Lecanicillium lecanii* for suppression of strawberry powdery mildew. *Biocombate Sience and Technology* 14: 215-220
- Raghavendra, N. N., and Pavgi, M. S. 1977. Two mycoparasites on powdery mildews. *Sydowia* 30:145-147.
- Romero, D., E.M. Rivera, M.F. Cazorla, A. De Vicente and A. Perez-garcía. 2003. Effect of mycoparasitic fungi on the development of *Sphaerotheca fusca* in melon leavs. *Mycol. Res.* 107 (1): 64-71.
- Schheinpflug, H, and K.W. KurK. 1987. Sterol biosynthesis inhibiting piperazine, pyridine, pyrimidine and azole fungicides in: Lyr, H (ed): modern selective fungicides properties, applications, mechanisms of action. Longman grup and VEB Gustav Fischer Verlag, London, United Kingdom. pp 173-204
- Spencer, D. M. 1980. Parasitism of carnation rust (*Uromyces dianthi*) by *Verticillium lecanii*. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 74:191-194.
- Spencer, D. M., and Atkey, P. T. 1981. Parasitic effects of *Verticillium lecanii* on two rust fungi. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 77:535-542.
- Stevens, S., L.B. Gast, and A. J. O'Mara. 1993. *Gladiolus*. Kansas State University. Kansas. United States. 8 p
- Zhen-Xiang, Lu., A. Laroche and H.C. Huang. 2005. Isolation and characterization of chitinases from *Verticillium lecanii*. *Canadian Journal of Microbiology.* 51 (12): 1045-1056.
- Zare, R., and W. Gams, 2001. A revision of *Verticillium* section *Prostrata* The genera *Lecanicillium* and *Simplicillium* gen. *Nova Hedwigia.* 73: 1-50