



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPTO. DE PARASITOLOGIA AGRICOLA

MAESTRIA EN CIENCIAS EN PROTECCION VEGETAL

SENSIBILIDAD DE *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn.
Sphaerotheca fuliginea (Schlecht.:Fr.) Poll) A FUNGICIDAS EN CALABAZA
BAJO INVERNADERO

T E S I S

QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS
EN PROTECCION VEGETAL

PRESENTA:
GUILLERMO MARQUEZ LICONA

Chapingo, Estado de México., enero de 2010



La presente tesis titulada "**SENSIBILIDAD DE *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.) Poll) A FUNGICIDAS EN CALABAZA BAJO INVERNADERO**" fue realizada por el Ing. Guillermo Márquez Licona bajo la dirección del Dr. Marcelo Acosta Ramos y con la asesoría del consejo particular abajo indicado, la cual ha sido aprobada y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

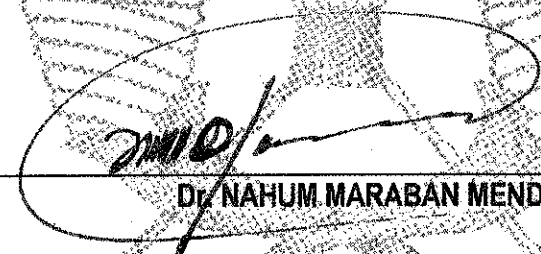
"MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL"

CONSEJO PARTICULAR

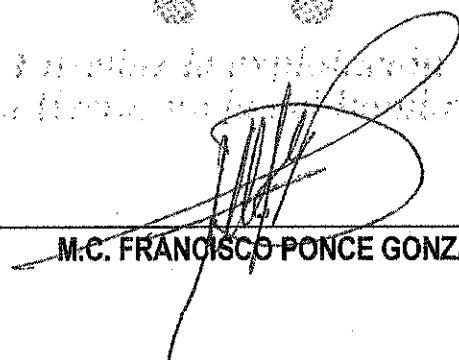
DIRECTOR


Dr. MARCELO ACOSTA RAMOS

ASESOR


Dr. NAHUM MARABÁN MENDOZA

ASESOR


M.C. FRANCISCO PONCE GONZÁLEZ



Chapingo, México, Enero de 2010

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Chapingo**, al **Departamento de Parasitología Agrícola** y a la **Maestría en Ciencias en Protección Vegetal** por darme la oportunidad de realizar mis estudios de posgrado.

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

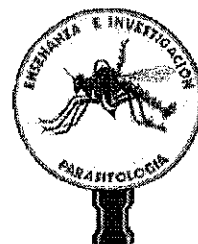
Al **Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología** por haber financiado el presente trabajo de investigación.

A la empresa **Ingeniería Industrial, S.A. DE C.V.** por su apoyo para la impresión y empastado de este trabajo.

Mi más profundo respeto y agradecimiento a los miembros del consejo particular: **Dr. Marcelo Acosta Ramos, Dr. Nahúm Marban Mendoza y M.C. Francisco Ponce González** por su apoyo y asesoría en la realización del presente trabajo, así como por su amistad y por su valiosa aportación a mi formación profesional.

Al **M.C. Alma Rosa Solano Báez** por todo su apoyo y colaboración en el desarrollo del presente trabajo.

Y a todas las personas que de una u otra forma colaboraron e influyeron de manera positiva a la realización del presente trabajo.



SINCERAMENTE
Márquez Licona Guillermo

DEDICATORIA

A mis padres

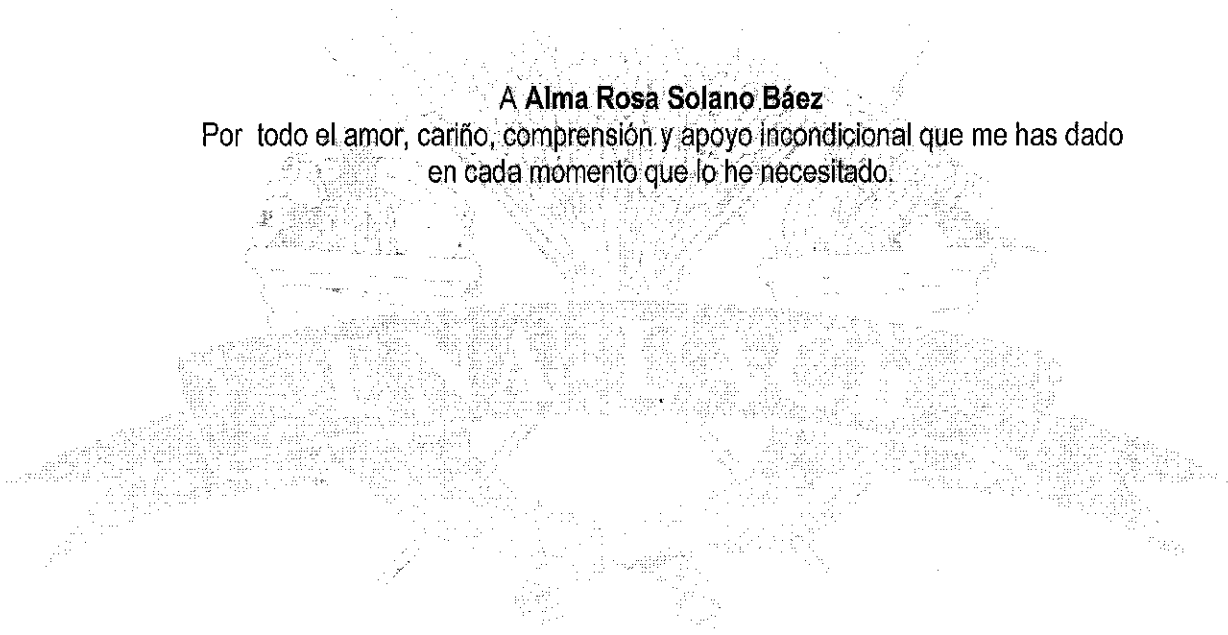
José Guillermo Márquez Cruz y Ma. De Los Ángeles Licona García
Por darme la vida, por todo su amor y confianza en cada momento.

A mis hermanos

Ana Karen, Esau e Ivonn por todos los recuerdos agradables que he tenido con
ustedes los cuales llevo presentes a cada momento

A Alma Rosa Solano Báez

Por todo el amor, cariño, comprensión y apoyo incondicional que me has dado
en cada momento que lo he necesitado.



BIOGRAFIA DEL AUTOR

Guillermo Márquez Licona nació en el municipio de Zacatlán, Puebla, el 16 de abril de 1985 donde realizó sus estudios de primaria y secundaria. En el año 2000 ingresó a la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) antes Escuela Nacional de Agricultura (ENA) donde en el año 2003 finalizó satisfactoriamente sus estudios de Preparatoria

En 2003 ingresó al Departamento de Parasitología Agrícola y el 27 de junio de 2007 el título de "Ingeniero Agrónomo Especialista en Parasitología Agrícola" con la tesis titulada **DETECCION MOLECULAR DE *Xanthomonas axonopodis* pv. *begoniae* (Takimoto 1934) Vauterin et al. 1995 EN BULBOS DE EN BEGONIA (*Begonia tuberhybrida* Voss).**

Posteriormente de 2007 a 2009 cursó sus estudios de Maestría en el Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo en la "Maestría en Ciencias en Protección Vegetal".

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vi
1.- INTRODUCCION	1
2.- OBJETIVOS	2
3.- REVISION DE LITERATURA	3
3.1 Cultivo de la Calabaza (<i>Cucurbita pepo</i> L.)	3
3.1.1 Generalidades	3
3.1.2 Ubicación taxonómica.....	3
3.1.3 Origen.....	4
3.1.4 Botánica.....	4
3.1.5 Importancia del cultivo	5
3.2 De la enfermedad.....	5
3.2.1 Clasificación taxonómica	5
3.2.2 Nombre común y científico	5
3.2.3 Importancia y distribución	6
3.2.4 Antecedentes de la enfermedad	6
3.2.5 Identificación del agente causal.....	7
3.2.6 Descripción morfológica.....	8
3.2.7 Ciclo biológico y epidemiología.....	9
3.2.8 Diseminación	10
3.2.9 Sintomatología.....	10
3.2.10 Daños	11
3.2.11 Hospedantes.....	11
3.2.12 Control	12
3.2.12.1 Genético.....	12
3.2.12.2 Cultural.....	12
3.2.12.3 Biológico.....	12
3.2.12.4 Químico.....	13
3.3. Resistencia a fungicidas.....	14
3.3.1. Definiendo la resistencia a fungicidas.....	15
3.3.2. Ocurrencia de la resistencia	15
3.3.3. Orígenes de la Resistencia.....	17
3.3.4. Mecanismos de Resistencia	17
3.3.5. Monitoreo.....	18
3.3.6. Estrategias de manejo	20
3.4 De los fungicidas.....	23
4.- MATERIALES Y METODOS	27
4.1. Localización del sitio experimental.....	27
4.2. Ubicación de los sitios muestreados	27

4.3. Identificación a especie de ambas muestras.....	27
4.3.1 Morfometría de estructuras asexuales.....	27
4.3.2 Microscopia electrónica de barrido (MEB).....	28
4.4 Incremento del inóculo.....	28
4.5. Diseño experimental.....	28
4.6. Establecimiento del experimento.....	29
4.7 Fungicidas a evaluar y tratamientos.....	29
4.8. Aplicación de los tratamientos.....	30
4.9. Parámetros a evaluar.....	31
4.9.1. Severidad.....	31
4.9.2. Análisis de datos.....	31
4.9.3. Fitotoxicidad.....	32
4.9.4. Determinación de la EC50.....	32
5.- RESULTADOS Y DISCUSION.....	33
5.1 CEPA 1 TEXCOCO, ESTADO DE MEXICO.....	33
5.1.1 IDENTIFICACION DE LA CEPA.....	33
5.1.2 COMPORTAMIENTO DE LA ENFERMEDAD Y DE LOS FUNGICIDAS EVALUADOS.....	36
5.1.2.1 PREEVALUACION.....	36
5.1.2.2 SEVERIDAD DE LA CENICILLA DE LAS CUCURBITACEAS Y EFICACIA DE LOS FUNGICIDAS EN LA EVALUACION 1.....	37
5.1.2.3 SEVERIDAD DE LA CENICILLA DE LAS CUCURBITACEAS Y EFICACIA DE LOS FUNGICIDAS EN LA EVALUACION 2.....	39
5.1.2.4 SEVERIDAD DE LA CENICILLA DE LAS CUCURBITACEAS Y EFICACIA DE LOS FUNGICIDAS EN LA EVALUACION 3.....	42
5.1.2.5 SEVERIDAD DE LA CENICILLA DE LAS CUCURBITACEAS Y EFICACIA DE LOS FUNGICIDAS EN LA EVALUACION 4.....	44
5.1.3 SENSIBILIDAD DE <i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll) A LOS DIFERENTES FUNGICIDAS.....	48
5.1.4 COMPORTAMIENTO DE LA FITOTOXICIDAD SOBRE LOS TRATAMIENTOS.....	50
5.2 CEPA DOS CUAUTLA, MORELOS.....	51
5.2.1 IDENTIFICACION DE LA CEPA.....	51
5.2.2 COMPORTAMIENTO DE LA ENFERMEDAD Y DE LOS FUNGICIDAS EVALUADOS.....	55
5.2.2.1 PREEVALUACION.....	55
5.2.2.2 SEVERIDAD DE LA CENICILLA DE LAS CUCURBITACEAS Y EFICACIA DE LOS FUNGICIDAS EN LA EVALUACION 1.....	56
5.2.2.3 SEVERIDAD DE LA CENICILLA DE LAS CUCURBITACEAS Y EFICACIA DE LOS FUNGICIDAS EN LA EVALUACION 2.....	58
5.2.2.4 SEVERIDAD DE LA CENICILLA DE LAS CUCURBITACEAS Y EFICACIA DE LOS FUNGICIDAS EN LA EVALUACION 3.....	60
5.2.2.5 SEVERIDAD DE LA CENICILLA DE LAS CUCURBITACEAS Y EFICACIA DE LOS FUNGICIDAS EN LA EVALUACION 4.....	62
5.2.3 SENSIBILIDAD DE <i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll) A LOS DIFERENTES FUNGICIDAS.....	67
5.2.4 COMPORTAMIENTO DE LA FITOTOXICIDAD SOBRE LOS TRATAMIENTOS.....	69
6.- CONCLUSIONES.....	71

7.- BIBLIOGRAFIA	75
ANEXO 1	84
ANEXO 2.....	87

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1 Tratamientos para evaluar la efectividad biológica de fungicidas y determinación de la sensibilidad de <i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll) en calabaza (<i>Cucurbita pepo</i> L. 1753 var. Grey Zucchini) bajo invernadero, en Texcoco, Estado de México.....	29
2 Cronograma de actividades para evaluar la efectividad biológica de fungicidas y determinación de la sensibilidad de <i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll) en calabaza (<i>Cucurbita pepo</i> L. 1753 var. Grey Zucchini) bajo invernadero, en Texcoco, Estado de México.....	30
3 Escala visual propuesta para evaluar el grado de infección de la cenicilla de las cucurbitáceas (<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll)) en calabaza (<i>Cucurbita pepo</i> L. 1753 var. Grey Zucchini) bajo invernadero, en Texcoco, Estado de México.....	31
4 Escala visual propuesta por la European Weed Research Society para evaluar el grado de fitotoxicidad de los fungicidas usados para el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll)) en calabaza (<i>Cucurbita pepo</i> L. 1753 var. Grey Zucchini) bajo invernadero, en Texcoco, Estado de México.....	32
5 Dimensiones (μm) de las estructuras de origen asexual de la cenicilla de las cucurbitáceas (<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll)) proveniente de Texcoco, Estado de México, en calabaza (<i>Cucurbita pepo</i> L. 1753 var. Grey Zucchini) bajo invernadero, en Texcoco, Estado de México.....	33
6 Comparación de medias de los porcentajes de infección en la preevaluación (28/09/08), para evaluar la efectividad biológica de los fungicidas en el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.....	36
7 Comparación de medias de los porcentajes de infección en la evaluación 1 (05/10/08), para evaluar la efectividad biológica de los fungicidas en el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.....	38
8 Comparación de medias de los porcentajes de infección en la evaluación 2 (12/10/08), para evaluar la efectividad biológica de los fungicidas en el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.....	40
9 Comparación de medias de los porcentajes de infección en la evaluación 3 (19/10/08), para evaluar la efectividad biológica de los fungicidas en el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca</i>	

	<i>fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.....	42
10	Comparación de medias de los porcentajes de infección en la evaluación 4 (26/10/08), para evaluar la efectividad biológica de los fungicidas en el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.....	45
11	Comparación de las EC para cada uno de los fungicidas evaluados para el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.....	49
12	Comparación de la media general de las EC para cada uno de los fungicidas evaluados para el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.....	50
13	Datos correspondientes a la evaluación de fitotoxicidad para cada uno de los fungicidas evaluados para el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.....	51
14	Dimensiones (µm) de las estructuras de origen asexual de la cenicilla de las cucurbitáceas (<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll)) proveniente de Cuautla, Morelos, en calabaza (<i>Cucurbita pepo</i> L. 1753 var. Grey Zucchini) bajo invernadero, en Texcoco, Estado de México.....	53
15	Comparación de medias de los porcentajes de infección en la preevaluación (25/03/09), para evaluar la efectividad biológica de los fungicidas en el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2009.....	55
16	Comparación de medias de los porcentajes de infección en la evaluación 1 (01/04/09), para evaluar la efectividad biológica de los fungicidas en el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2009.....	56
17	Comparación de medias de los porcentajes de infección en la Evaluación 2 (08/04/09), para evaluar la efectividad biológica de los fungicidas en el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2009.....	59
18	Comparación de medias de los porcentajes de infección en la Evaluación 3 (15/04/09), para evaluar la efectividad biológica de los fungicidas en el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2009.....	61
19	Comparación de medias de los porcentajes de infección en la Evaluación 4 (22/04/09), para evaluar la efectividad biológica de los fungicidas en el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco,	

	Estado de México, 2009.....	63
20	Comparación de las EC para cada uno de los fungicidas evaluados para el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.....	67
21	Comparación de la media general de las EC para cada uno de los fungicidas evaluados para el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.....	68
22	Comparación de las medias generales de las EC para cada uno de los fungicidas evaluados para el control de ambas cepas de la cenicilla de las cucurbitáceas (<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008 y 2009.....	68
23	Datos correspondientes a la evaluación de fitotoxicidad para cada uno de los fungicidas evaluados para el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.....	70

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1 Ciclo de vida de <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll) Fuente: Bayer, 2009.....	10
2 Figura 2. Morfología de conidios de <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll. Microscopia de luz A) y B) Conidióforos simples rectos y con los márgenes crenados, C) conidios ovoides con cuerpos de fibrosina en una preparación de KOH al 3%, D) y E) conidios germinados.....	34
3 Morfología de conidios de <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll. Microscopia electrónica de barrido. A) Pared lisa del conidio, B) parte terminal del mismo lisa, C) conidio deshidratado con ondulaciones longitudinales y transversales.....	35
4 Porcentaje de severidad de la Cepa 1 de <i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll) en la evaluación 1 (05/10/08) y eficacia de los fungicidas evaluados para su control, en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.....	39
5 Porcentaje de severidad de la Cepa 1 de <i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll) en la evaluación 2 (12/10/08) y eficacia de los fungicidas evaluados para su control, en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.....	41
6 Porcentaje de severidad de la Cepa 1 de <i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll) en la evaluación 3 (19/10/08) y eficacia de los fungicidas evaluados para su control, en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.....	44
7 Porcentaje de severidad de la Cepa 1 de <i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll) en la evaluación 4 (26/10/08) y eficacia de los fungicidas evaluados para su control, en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.....	46
8 Morfología de conidios de <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll. Microscopia de luz. A y B) Conidióforos simples rectos y con los márgenes crenados, C) conidios ovoides con cuerpos de fibrosina en una preparación de KOH al 3%, D y E) conidios germinados.....	53
9 Morfología de conidios de <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll. Microscopia electrónica de barrido. A) Pared lisa del conidio, B) parte terminal del mismo lisa, C) conidio deshidratado con ondulaciones longitudinales y transversales.....	54
10 Porcentaje de severidad de la Cepa 2 de <i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll) en la evaluación 1 (01/04/09) y eficacia de los fungicidas evaluados para su control, en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.....	58
11 Porcentaje de severidad de la Cepa 2 de <i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll) en la evaluación 2 (08/04/09) y eficacia de los fungicidas evaluados para su control, en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.....	60
12 Porcentaje de severidad de la Cepa 2 de <i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll) en la evaluación 3 (15/04/09) y eficacia de los fungicidas evaluados para su control, en el cultivo de calabacita en	

	invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.....	62
13	Porcentaje de severidad de la Cepa 2 de <i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll) en la evaluación 4 (22/04/09) y eficacia de los fungicidas evaluados para su control, en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.....	64
14	Comparación de las medias generales de las EC para cada uno de los fungicidas evaluados para el control de ambas cepas de la cenicilla de las cucurbitáceas (<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008 y 2009.....	69

SENSIBILIDAD DE *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.) Poll) A FUNGICIDAS EN CALABAZA BAJO INVERNADERO
SENSITIVITY OF *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.: Fr) Poll) TO FUNGICIDES IN PUMPKIN GROWING UNDER GREENHOUSE

G. Márquez-Licona¹, M. Acosta-Ramos²

RESUMEN

El cenicilla de las cucurbitáceas en la parte central de México se estudio con los objetivos: (1) identificar morfológicamente dos cepas de la cenicilla de las cucurbitáceas en calabaza (*Cucurbita pepo* L. 1753 var. Gray Zucchini) provenientes de Texcoco, Estado de México y Cuautla, Morelos. Las características morfológicas observadas como son la presencia de conidióforos del tipo *oidium*, la presencia de cuerpos fibrosos bien desarrollados en los conidios, y la germinación de conidial en la parte medias de estos, indicaron que ambas cepas corresponden a *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll). (2) determinar la suceptibilidad de dos cepas a diferentes fungicidas buscado detectar pérdida de sensibilidad, se encontró que el bupirimato, hidróxido cúprico, difenoconazol y myclobutanil, permitieron una severidad de 0 a 3.3%, en todas sus dosis, después de tres aplicaciones, traduciéndose en una eficacia de control de 88 a 100% en la cepa de Texcoco, Estado de México, su pérdida de sensibilidad de menor a mayor mostro la tendencia siguiente: difenoconazol > bupirimato > myclobutanil > hidróxido cúprico > estrobilurina 1 > estrobilurina 2 > estrobilurina 3. En el segundo estudio, el difenoconazol, myclobutanil y azoxystrobin+clorotalonil permitieron una severidad de 0 a 3.9% en todas sus dosis, después de tres aplicaciones, reflejándose en una eficacia de control de 95.3% a 100% en la cepa de Cuautla, Morelos, su pérdida de sensibilidad de menor a mayor evidencio la tendencia siguiente: difenoconazol > myclobutanil > estrobilurina 1 > estrobilurina 3 > azoxystrobin + clorotalonil > estrobilurina 2. (3) Proponer una metodología "in vivo" para medir la perdida de sensibilidad de hongos a fungicidas.

Palabras clave: *Cucurbita pepo*, severidad, eficacia, pérdida de sensibilidad.

ABSTRACT

The powdery mildew of cucurbits in the central part of Mexico was studied with the objectives: (1) identify morphologically two strains of the powdery mildew in pumpkin (*Cucurbita pepo* L. 1753 var. Gray Zucchini) from Texcoco, State of Mexico, and Cuautla, State of Morelos. The morphological characteristics observed were presence of conidia of *Oidium* type, the presence of well developed fibrous bodies in the conidia, and conidial germination in the middle of these indicated that both strains belong to *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.: Fr) Poll). (2) to determine the susceptibility to different fungicides of two strains looking for a screen test for detecting loss of sensibility, concerning the fungicide sensibility test, it was found that Bupirimate, cupric hydroxide, difenoconazole and myclobutanil, allowed a severity of 0 to 3.3%, at all dosages, after three applications, resulting in a control efficiency of 88 to 100% in the strain of Texcoco, State of Mexico, its loss of sensitivity from low to high showed the following trend: difenoconazole > Bupirimate > myclobutanil > copper hydroxide > strobilurin 1 > strobilurin 2 > strobilurin 3. In the second study, difenoconazole, myclobutanil and azoxystrobin + chlorothalonil allowed severity from 0 to 3.9% in all doses, after three applications, reflected in a control efficiency 95.3% to 100% in the strain of Cuautla, Morelos, the loss of sensitivity from low to high showed the following trend: difenoconazole > myclobutanil > strobilurin 1 > strobilurin 3 > azoxystrobin + chlorothalonil > strobilurin 2. (3) A methodology in vivo to measure loss of sensibility of fungi to fungicides is propose.

Keywords: *Cucurbita pepo*, severity, efficacy, loss of sensibility.

¹ Ing. Agrónomo Especialista en Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. marquezlicona@correo.chapingo.mx

² Profesor-Investigador del Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Director de tesis. Carretera México-Texcoco Km. 38.5, Texcoco, Estado de México, CP. 56230.

1.- INTRODUCCION

La cenicilla de las cucurbitáceas es una enfermedad devastadora en todas las zonas productoras del mundo (Sitterly, 1978) y uno de los principales problemas que afectan a estos cultivos en México. Al igual que el resto de las cenicillas, sus síntomas se caracterizan por el color blanquecino, que le da la apariencia de talco, sobre ambas superficies de las hojas, peciolo y tallos, resultado del crecimiento micelial (Zitter *et al.*, 2004). La enfermedad puede ser causada por *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.) Poll) y/o *Golovinomyces cichoracearum* (DC.) V.P. Heluta (Syn. *Erysiphe cichoracearum* DC.), ambas especies inducen los mismo síntomas siendo imposible su diferenciación en campo pero pueden ser fácilmente distinguibles una de otra con la ayuda de un microscopio de luz (Braun, *et al.*, 2002). En México ambas especies han sido identificadas por diferentes investigadores de manera aislada o inclusive en infecciones mezcladas, tal como sucede en otros países, aunque dicha distribución puede estar influenciada dependiendo del cultivo, región, condiciones ambientales, etc. (Blancard *et al.*, 1991) y son responsables de importantes pérdidas en todos los cultivos de cucurbitáceas ya sea en campo o invernadero.

En México la aplicación de diferentes fungicidas y la implementación de ciertas prácticas culturales son el principal medio de control de la enfermedad, pero a pesar de estas medidas, la cenicilla de las cucurbitáceas continua siendo un problema fuerte para la producción al igual que en el resto del mundo (Zitter *et al.*, 2004). Desafortunadamente el resto de las posibles medidas de control están aun en desarrollo y en la práctica casi la única medida de control empleada es la aplicación de diversas moléculas fungicidas para su manejo (McGrath, 2001).

El uso intensivo de productos químicos a menudo resulta en el desarrollo de resistencia, y, en consecuencia, en la reducción de la eficacia del control. Desafortunadamente, esto ha sido especialmente cierto para *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.) Poll) y/o *Golovinomyces cichoracearum* (DC.) V.P. Heluta (Syn. *Erysiphe cichoracearum* DC.), que han sido descritos como patógenos con un elevado potencial para el desarrollo de resistencia a los fungicidas (McGrath, 2001).

Desde hace unos 35 años a la fecha la industria agrícola se ha enfrentado a problemas de resistencia de algunos hongos patógenos de cultivos, a fungicidas usados para el control de los mismos. Desde

que surgieron los primeros casos de resistencia generalizada, los fabricantes de agroquímicos, académicos, científicos del gobierno y asesores técnicos, han hecho un gran esfuerzo por analizar el fenómeno y establecer contramedidas. En la actualidad, cuando la sustentabilidad -económica, técnica y ambiental- se está convirtiendo en el principal objetivo de la agricultura moderna, parece oportuno hacer el monitoreo del desarrollo de resistencia en todos los cultivos a las diferentes enfermedades con respecto a los ingredientes activos para el manejo de estos últimos, razón por la cual el presente trabajo se planteó con los siguientes:

2.- OBJETIVOS

- a) Proponer una metodología para el estudio "*In Vivo*" de patógenos con posible pérdida de sensibilidad a fungicidas.
- b) Determinar la sensibilidad de dos muestras de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) y/o *Golovinomyces cichoracearum* (DC.) V.P. Heluta (Syn. *Erysiphe cichoracearum* DC.) de diferentes regiones productoras del país a diversos fungicidas en el cultivo de calabaza.
- c) Determinar la EC50 de cada uno de los fungicidas para cada cepa.
- d) Determinar la posible fitotoxicidad de los fungicidas a evaluar.
- e) Corroborar a qué especie corresponden las cepas a evaluar y su posible relación con su susceptibilidad a los diferentes fungicidas.

3.- REVISION DE LITERATURA

3.1 Cultivo de la Calabaza (*Cucurbita pepo* L.)

3.1.1 Generalidades

Las cucurbitáceas (Familia *Cucurbitaceae*) forman un grupo diverso de especies cultivadas en todo el mundo en condiciones muy diferentes y para fines muy distintos. Los principales tipos cultivados son el pepino, melón, sandía y calabaza. Los tipos menores cultivados incluyen chayote, cidra, pepinillo, pepino cornudo y pepino silvestre (Zitter *et al.*, 2004). Los frutos de la calabaza se consumen principalmente inmaduros, como fruto-verdura en fresco, tanto en mercado nacional como extranjero. Los frutos son relativamente bajos en valor nutritivo, los componentes más notables son las vitaminas y minerales, pero en algunos lugares de Asia, África y América las semillas son fuente importante de aceite y proteínas (Zitter *et al.*, 2004 y CABI, 2007).

3.1.2 Ubicación taxonómica

La familia de las cucurbitáceas está representada por cerca de 100 géneros y 850 especies, con distribución tropical y subtropical alrededor del mundo. Dentro de estos géneros se encuentran especies de gran importancia como el melón (*Cucumis melo* L.), la sandía (*Citrullus lanatus* Thunb), el pepino (*Cucumis sativus* L.), la calabaza (*Cucurbita pepo* L. 1753) y en un menor grado el chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) (León, 1987). Por su parte el género *Cucurbita* que es originario del nuevo mundo comprende de 13- 25 especies (Manuel, 2000 y CABI, 2007), de las cuales la mayoría son silvestres y solo 5 cultivables: *C. pepo*, *C. ficifolia*, *C. moschata*, *C. mixta* y *C. máxima* (León, 1987).

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Cucurbitales*

Familia: *Cucurbitaceae*

Subfamilia: *Cucurbitoideae*

Tribu: *Cucurbiteae*

Género: *Cucurbita*

Especie: *Cucurbita pepo* L. 1753

3.1.3 Origen

Según Vavilov, (1992), la calabaza (*Cucurbita pepo* L.H. A. Gray) perteneciente a la Familia *Cucurbitaceae* tiene como centro de origen y domesticación a Mesoamérica, específicamente México. Se han encontrado restos de esta planta en la región de Tehuacán Puebla, el Valle de Oaxaca y Tamaulipas que se remontan a más de 7000 años lo que revalidan al centro sur de México como centro de origen y domesticación de esta cucurbitácea (Lira, 1992, Lira, 1995, y CABI, 2007).

3.1.4 Botánica

El **sistema radicular** de las cucurbitáceas cultivadas es en general extenso pero poco profundo, estando la mayor parte de las raíces en el metro superior del suelo. En la germinación la raíz principal crece vigorosamente y llega a alcanzar una profundidad de 20 cm o más en *Cucurbita spp.* y el desarrollo de las raíces secundarias es rápido y extenso (Zitter *et al.*, 2004).

El **tallo** principal se desarrolla a partir del tallo de la plántula y puede tener muchas o pocas ramas laterales que emergen de los nudos cerca de la base del tallo, las cuales pueden igualar al tallo principal en tamaño y desarrollo. Tanto el tallo principal como las ramas secundarias están cubiertas de pelos fuertes, cortos y puntiagudos (Zitter *et al.*, 2004).

Las **hojas** son simples, de color verde claro a oscuro con cinco lóbulos pronunciados y con el margen dentado, presentan el haz glabro y el envés de estas, al igual que los pecioloos están cubiertas de pelos fuertes, cortos y puntiagudos que le dan un aspecto áspero (Zitter *et al.*, 2004).

Las **flores**, son monoicas, es decir existen tanto flores masculinas como femeninas en una misma planta. Son solitarias, vistosas, axilares, grandes y acampanadas, de color amarillo limón a anaranjado profundo, son flores estaminadas sobre pedicelos largos con tres estambres (CABI, 2007).

Los **frutos** (peponide) son de suaves a duros y de redondos a angulares y presenta numerosas semillas, aplanadas, generalmente blancas. Las semillas son de color blanco-amarillento, ovales, alargadas, puntiagudas, lisas, con un surco longitudinal paralelo al borde exterior (CABI, 2007).

3.1.5 Importancia del cultivo

La producción mundial total de todos los tipos de calabaza a nivel mundial para el 2007 se estimó en 20.3 millones de toneladas. La más alta producción se obtuvo en Asia alcanzando 13.2 millones de toneladas, con China como el mayor productor del mundo con 6.3 millones de toneladas. Mientras tanto en Europa se alcanzó la producción de 2.8 millones de toneladas, con Ucrania, Italia y España como los principales productores. África por su lado produjo 1.7 millones de toneladas. Por su parte el continente americano aportó a la producción mundial con 2.2 millones de toneladas, de las cuales México aportó 117 mil toneladas (FAOSTAT, 2009).

3.2 De la enfermedad

3.2.1 Clasificación taxonómica

Dominio: Eukaryota

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Clase: Ascomycetes

Subclase: Erysiphomycetidae

Orden: Erysiphales

Familia: Erysiphaceae

Géneros: *Podosphaera*, *Sphaerotheca*,
Erysiphe, *Golovinomyces*

Especies:

Podosphaera xanthii (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.) Poll) y/o
Golovinomyces cichoracearum (DC.) V.P. Heluta (Syn. *Erysiphe cichoracearum* DC.) Braun, et al., 2002

3.2.2 Nombre común y científico

La cenicilla de las cucurbitáceas también conocida como oídio, cenicilla polvorienta, oídio blanco, u oídio de la judía, es causada por *Podosphaera xanthii* y/o *Golovinomyces cichoracearum* (Zitter et al., 2004 y CABI, 2007). En Francia, por ejemplo, hasta hace relativamente poco tiempo no se sabía muy bien cuáles eran las especies de *Oidium* spp. que se desarrollaban sobre las cucurbitáceas, pero

actualmente se sabe que son *Sphaerotheca fuliginea* y *Erysiphe cichoracearum* las únicas especies observadas en campo, en donde, en la infección pueden presentarse ambas o estar por separado, tanto en melón como en pepino y calabacín (Blancard *et al.* 1991)

3.2.3 Importancia y distribución

Las cenicillas son posiblemente las enfermedades de plantas más comunes, conspicuas, distribuidas y fácilmente reconocibles, estas atacan a todos los tipos de plantas excepto a las gimnospermas (Agrios, 2005). El oídio de las cucurbitáceas ha sido reconocido desde principios del siglo XIX, en condiciones de campo y de invernadero, en la mayor parte de las zonas productoras de cucurbitáceas del mundo, en donde es un problema importante para la producción. Todas las cucurbitáceas son susceptibles, sin embargo, los síntomas son menos frecuentes en pepinos comerciales por que muchos cultivares son resistentes. El oídio reduce los rendimientos disminuyendo el tamaño o el número de frutos, o la duración del tiempo en que se puede recolectar el cultivo (Zitter *et al.*, 2004).

Esta enfermedad puede reducir el área fotosintética de las hojas de las cucurbitáceas (Cheah *et al.*, 1996). Las hojas severamente infectadas comienzan a arrugarse y ponerse de color marrón. La cenicilla de las cucurbitáceas raramente matan a sus anfitriones, pero utiliza sus nutrientes, reduce la fotosíntesis, la respiración y el crecimiento de las plantas, reduciendo los rendimientos de un 20 a un 40% (Agrios, 2005).

Erysiphe cichoracearum DC. es una especie extendida en todo el mundo, en países de climas cálidos y templados. En México se reporta a *Golovinomyces cichoracearum* (DC.) V.P. Heluta (Syn. *Erysiphe cichoracearum* DC.) como el agente causal de la cenicilla de las cucurbitáceas; sin embargo *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.) Poll) se dice que tiene más amplia distribución (Hernández, *et al.* 1990).

3.2.4 Antecedentes de la enfermedad

Mendoza (1996), menciona que esta enfermedad ha sido reportada desde 1800, y en América han aumentado sus daños durante los últimos años debido al rápido desarrollo de resistencia ocasionado por el mal uso de las nuevas moléculas.

3.2.5 Identificación del agente causal

El agente causal de la cenicilla de las cucurbitáceas es *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.) Poll), pero la aplicación de este nombre en su amplia circunscripción se remonta a conceptos taxonómicos obsoletos presentados por Salmón (1900) y seguidos por Blumer (1933, 1967). sin embargo, basándonos en los resultados de las secuencias arrojadas por el análisis molecular (Saenz and Taylor, 1999; Hirata *et al.*, 2000; Takamatsu *et al.*, 2000) y la reexaminación morfológica y las evaluaciones de los anamorfos, Braun and Takamatsu (2000) fusionaron a *Podosphaera* y *Sphaerotheca* en un solo genero monofilético en el marco del anterior nombre de *Podosphaera*, por lo que las especies de ambos géneros anteriormente separados no forman, ahora, clases separadas.

Como se menciona anteriormente la identificación basándonos únicamente en la morfología de ambas especies puede causar problemas ya que las especies pueden confundirse fácilmente, además de que ambas se encuentran infectando cucurbitáceas. Ambas especies son muy similares pero pueden distinguirse fácilmente por la exanimación de conidios utilizando Microscopia Electrónica de Barrido (CABI, 2007).

Naggy (1976), menciona de igual forma que para evitar confusiones en la identificación de ambas especies es necesario tomar en cuenta los estados perfecto y conidial, así como de las características de los conidióforos, como son la presencia o ausencia de cuerpos fibrosos, la colocación del tubo germinativo, la longitud, anchura y forma del mismo.

Blancard (1991), señala que ambas especies pueden estar presentes durante todo el año, dependiendo del cultivo y la región, pero indica, que pueden tener requerimientos climáticos ligeramente distintos en donde *Erysiphe cichoracearum* DC parece soportar más la humedad relativa alta y puede detectarse principal y precozmente en invernadero, mientras que *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) predomina bajo condiciones más secas, por lo que se puede concluir que esta última se encuentra principalmente en climas cálidos y secos mientras que la otra se presenta en climas semicálidos a templados y húmedos.

3.2.6 Descripción morfológica

Anteriormente la identificación de la especie causante de la cenicilla de las cucurbitáceas se basaba únicamente en el estado teleomorfo del hongo, pero debido a las confusiones provocadas por este método y tomando en cuenta que es muy difícil encontrarse, ya que el estado más abundante es el anamorfo, es necesario emplear otro tipo de técnicas para la identificación correcta de la especie causante de la enfermedad (Mendoza, 1982).

Tal como se acaba de mencionar la clasificación de especies se hace principalmente en estado teleomorfo basándose en las siguientes características morfológicas: ubicación del micelio, tipo de apéndices sobre los cleistotecios, y el número de ascas por cleistotecio (Spencer, 1978).

Golovinomyces cichoracearum (DC.) V.P. Heluta (Syn. *Erysiphe cichoracearum* DC.) se caracteriza por presentar cleistotecios de 80-140µm de diámetro, con apéndices no ramificados, los cuales contienen de 10 a 15 ascas. Cada asca es ligeramente ovalada, más o menos pecioladas y de 30-35 x 59-90 µm de tamaño (Spencer, 1978).

En *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff normalmente los cleistotecios tienen apéndices ramificados y una sola asca (Zitter *et al.*, 2004).

Los cleistotecios de ambas especies se forman sobre la superficie del hospedante y son negros encerrando a las ascas y cubiertos por apéndices flexibles, indeterminados y ligeramente coloreados (Spencer, 1978).

Por otro lado los anamorfos de ambas especies son muy difíciles de distinguir y basándonos en que los parámetros de clasificación se han basado en las características explícitas de cada especie haciendo aun más difícil la diferenciación. Ballantyne (1975), simplifica el método para diferenciar ambas especies a únicamente a tres características que son: el tipo de conidióforo, la presencia o ausencia de cuerpos fibrosos y el modo de germinación de los conidios, los cuales se describen a continuación:

- ⊕ **Tipo de conidióforo.**- Ambos géneros *Erysiphe* y *Sphaerotheca* tienen conidióforos del tipo *oídium* con largas cadenas de conidios y micelio externo.

- ⊕ **Cuerpos de fibrosina.-** En *Sphaerotheca* hay la presencia de cuerpos fibrosos bien desarrollados, mientras que en *Erysiphe* están ausentes.
- ⊕ **Modo de germinación conidial.-** Los tubos germinativos de *Erysiphe cichoracearum* DC son solo con apresorios inconspicuos y se originan en los polos, mientras que algunos de los tubos germinativos de los conidios de *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll son bifurcados y se originan en la parte media del conidio.

3.2.7 Ciclo biológico y epidemiología

La germinación conidial óptima ocurre a 25°C, aunque esta puede ocurrir entre los 20 y 30°C, pero no a 10 o 35°C (Husain and Akram, 1995; Cheah *et al.*, 1996). La germinación solo ocurre a 100% de humedad relativa en ausencia de agua libre, y no se ha observado germinación con menos de 94% de humedad (Cheah *et al.*, 1996). Sin embargo Dixon (1981), reporta germinación de conidios hasta a 20% de humedad relativa. La baja intensidad luminosa y plantas suculentas pueden favorecer al patógeno (Cheah *et al.*, 1996).

La condiciones optimas para el crecimiento del tubo germinativo son a 25°C y 100% de humedad relativa y no hay crecimiento si la humedad relativa es menor a 88% (Husain and Akram, 1995). Una vez que el tubo germinativo crece, este penetra a la célula, donde a partir de este se forma el haustorio. Entonces las hifas crecen del haustorio primario a lo largo de la superficie de la hoja para producir el micelio superficial. Los conidióforos de producen de 4 días después de la infección inicial y se van formando los conidios. Los cleistotecios si se forman, se producen varias semanas después de la formación de conidios y su desarrollo depende del estado nutricional del hospedero (Sitterly, 1978).

Ambas especies causales de la cenicilla de las cucurbitáceas son parásitos obligados. Cuando se presentan sobre cucurbitáceas en invernadero, la liberación de los conidios es provocada por la irrigación o el movimiento del aire que entonces dispersan los conidios de planta a planta (Butt, 1978). Los conidios pueden invernar sobre los cultivos de cucurbitáceas en invernadero y son dispersados por el viento (Yarwood, 1957) de los invernaderos a los campos de cultivo en la primavera y el verano.

Los primeros síntomas de la cenicilla aparecen aproximadamente 1 semana después de un prolongado y continuo periodo de humedad (cerca de 12h) a una humedad relativa mayor a 95% de humedad

relativa y a una temperatura mayor de 22°C (Cheah *et al.*, 1996). El desarrollo de la enfermedad se da en parches aislados sobre las hojas que se encuentran dentro de doseles densos y húmedos, más que sobre las hojas expuestas.

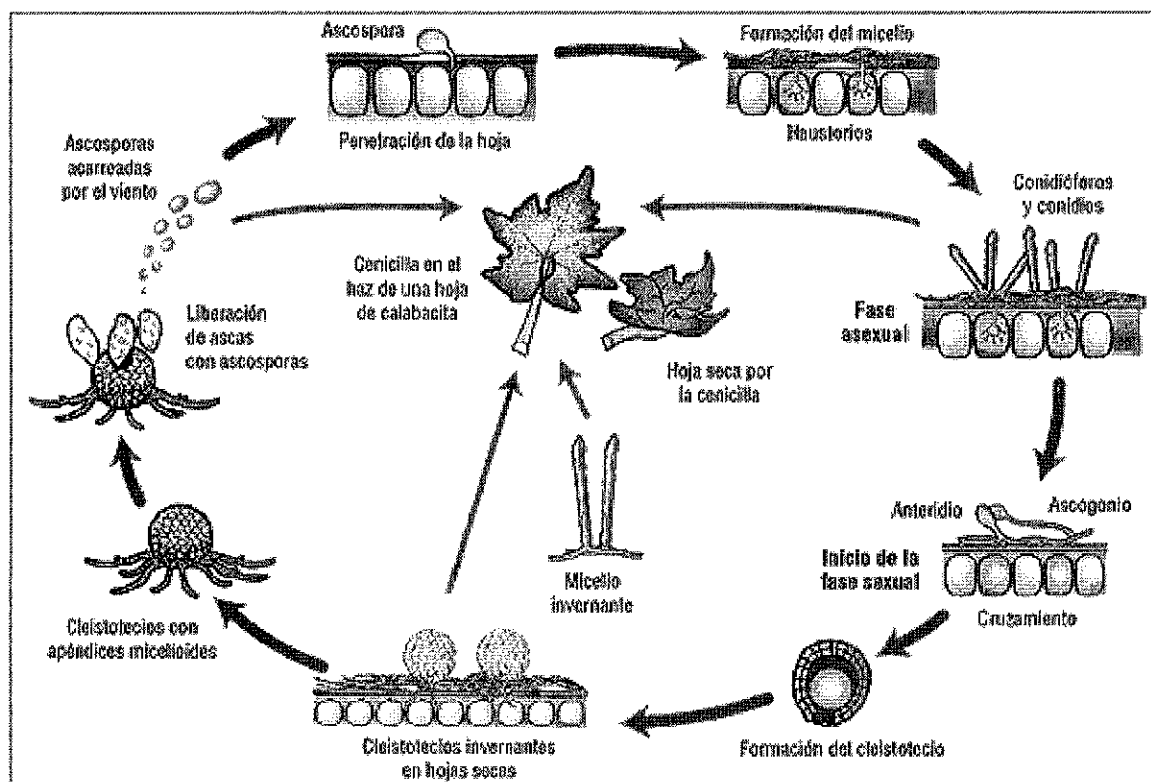


Figura 1. Ciclo de vida de *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) Fuente: Bayer, 2009.

3.2.8 Diseminación

Mendoza (1982), menciona que los factores más importantes para la diseminación en campo e invernadero de la enfermedad son el viento y el agua, aunque los insectos pueden tener cierto efecto. Por su parte Blancard *et al.* (1991) indica que la inoculación planta a planta es mayor cuando hay viento, ocurriendo la mayor diseminación del inoculo entre el medio día y las cuatro de la tarde y la menor durante la noche, lo cual concuerda con la mencionado por Butt (1978) y Yarwood, (1957)

3.2.9 Sintomatología

Los síntomas pueden identificarse fácilmente en campo, con solo detectar el típico blanquecino parecido a talco debido al desarrollo hifal del hongo sobre las superficies de las hojas peciolo y tallos,

pudiéndose desarrollar un muestreo dirigido hacia las hojas maduras, que se encuentran bajo el denso dosel (Spencer, 1978).

Los primeros síntomas son manchas blancas, pequeñas y redondas que aparecen sobre tallos y hojas, en un principio estas manchas son difusas, posteriormente estas se amplían formándose áreas blancas que se tornan de un color gris pálido, que mas tarde se unen para cubrir toda la hoja. Por lo general los síntomas aparecen primero sobre las hojas maduras (7-8 semanas de edad) inferiores y cubiertas del sol y solo raras veces se desarrollan sobre las hojas que no se han desarrollado completamente. Los peciolo de las hojas pueden presentar síntomas de la infección pero los síntomas sobre frutos son muy raros. Conforme la enfermedad se desarrolla, una infección severa puede causar la senescencia prematura de las hojas e incluso la muerte de la planta (Spencer, 1978 y CABI, 2007).

Dentro de un cultivo, la enfermedad inicia siempre en manchones aislados bajo el denso dosel de hojas, los síntomas pronto se extienden hacia afuera de los parches y dentro de una semana bajo las condiciones optimas puede afectarse una área de 50m² (Spencer, 1978).

3.2.10 Daños

Bajo condiciones óptimas puede darse una defoliación prematura, con lo que se reduce el área fotosintética de las cucurbitáceas (Cheah *et al.*, 1996), lo que reduce el número y tamaño de los frutos además de que los ya existentes sufren daños por quemaduras de sol. Otro daño importante que puede suceder es la maduración prematura, lo que implica que en calabaza los frutos se observen descoloridos y con un bajo contenido de azúcares, y en general el rendimiento disminuye en proporción a la duración y severidad de la enfermedad (Walker, 1952). Mendoza, (1996) menciona que puede ocasionar pérdidas del 25%, pero entre más temprana sea la infección y el desarrollo de la enfermedad esta puede reducir la producción hasta en 50%, además de que el daño principal es la pérdida de sabor del fruto.

3.2.11 Hospedantes

Las principales especies hospedantes son: *Citrullus lanatus* (sandía), *Cucumis melo* (melón), *Cucumis sativus* (pepino), *Cucurbita maxima* (calabaza gigante), *Cucurbita moschata* (calabaza), *Cucurbita pepo* (calabacita)

3.2.12 Control

3.2.12.1 Genético

Se han realizado considerables esfuerzos para la obtención de cultivares con resistencia a esta enfermedad (Sitterly, 1978; Lebeda, 1984). Actualmente se encuentran disponibles numerosas fuentes resistentes a la cenicilla en melón (*Cucumis melo*) (Cohen, 1992; Floris y Alvarez, 1996) y dentro de los cultivares resistentes de *Cucurbita* también están disponibles e incluyen a la calabaza, zapallo (Cohen et al., 1993; Lebeda y Kristkova, 1994), y calabacita (Lebeda y Kristkova, 1996).

El control por mejora genética es muy utilizado, tanto en cultivos hortícolas como en extensivos. Es muy común el empleo de variedades resistentes en cucurbitáceas como melón y pepino, en algunos casos con varias fuentes de resistencia (Spencer, 1978).

En general se puede encontrar la resistencia genética a cualquier cenicilla, con relativa facilidad, lamentablemente, la cenicilla también suele vencer fácilmente la resistencia con la aparición de una nueva raza. Por ejemplo se conocen tres razas de *S. fuliginea* (Thomas, 1978).

3.2.12.2 Cultural

Dentro de las prácticas culturales que se pueden emplear para reducir el impacto de esta enfermedad están: la rotación de cultivos, la eliminación de materiales vegetales infectados, huéspedes alternativos y residuos de cosecha (Bent, 1978), el aumento de la intensidad de la luz, y la aplicación de chorros de agua en el invernadero, de igual forma evitar hacer altas fertilizaciones nitrogenadas, así como la poca aireación dentro del cultivo ayudan a disminuir los estragos de la enfermedad (Slingsby y Jarvis, 1977).

3.2.12.3 Biológico

La mayoría de los estudios sobre control biológico se han realizado en pepino de invernadero. Yarwood (1932) informó de que la cenicilla era atacada y asesinada por el hongo hiperparásito *Ampelomyces quisqualis*, pero los resultados fueron variables. Sin embargo, Jarvis y Slingsby (1977) y Sundheim (1982) usaron exitosamente a *Ampelomyces quisqualis* para controlar la enfermedad. Jarvis et al. (1989) informó de que *Stephanoascus flocculosus* [*Pseudozyma flocculosa*] y *S. rugulosus* [*Pseudozyma rugulosa*] colonizaron y mataron a la cenicilla en pepino, provocando el colapso total de micelio y conidios. Hijwegen (1989) hizo un filtrado de 17 especies de hongos seleccionados contra *P.*

pantas de calabaza (*Cucurbita maxima* cv. Delica) y se encontró que el chitosán y el aceite de colza redujeron la incidencia de la cenicilla.

3.3. Resistencia a fungicidas

Los fungicidas han sido usados por cerca de 200 años para la protección de plantas en contra de las enfermedades causadas por el ataque de hongos. Desde los primitivos inicios, la gama de productos químicos disponibles, la frecuencia de su uso y la efectividad de los tratamientos, se ha incrementado enormemente, especialmente desde la segunda guerra mundial. Sorprendentemente, dos muy antiguos y conocidos fungicidas como son las formulaciones a base de cobre y azufre, todavía se usan ampliamente y de manera eficaz. En los últimos años, varios compuestos verdaderamente novedosos han sido lanzados comercialmente o han llegado a una avanzada fase de desarrollo, entre ellos las anilino pirimidinas y las estrobilurinas. Los fungicidas más recientes generalmente son usados relativamente en pequeñas cantidades, debido a su acción más potente contra los patógenos. En la actualidad alrededor de 150 diferentes moléculas, son elaborados y vendidos en una amplia gama de presentaciones para su uso en la agricultura mundial. El valor total de las ventas de fungicidas para los usuarios finales es de aproximadamente 7.4 billones de dólares (Phillips McDougall, 2005) (Brent and Hollomon, 2007).

Los fungicidas son una herramienta muy importante para el control de la cenicilla de las cucurbitáceas, la cual es un problema para producción en casi todas las zonas productoras del mundo (McGrath, and Thomas, 1996). La aplicación de fungicidas para su control es actualmente la práctica principal en la mayoría de los cultivos de cucurbitáceas. Los fungicidas que son sistémicos o que tienen una actividad traslaminar son necesarios para obtener una protección adecuada de envés de la hoja, donde las condiciones son más favorables para el desarrollo del agente patógeno (McGrath, 1996). Desafortunadamente, estos fungicidas generalmente tienen un alto riesgo de desarrollar resistencia, ya que tienen modos de acción específicos, y las cenicillas tienen un alto potencial para desarrollar la resistencia y esto ha sido especialmente cierto para la cenicilla de las cucurbitáceas, *Podosphaera* (art. *Sphaerotheca*) *xanthii* (Castagne) U. Braun & N. Shishkoff (ó *Sphaerotheca fusca* (Fr.) S. Blumer y *fuliginea* S. (Schlechtend.: FR.) Pollacci) (McGrath, 2001).

3.3.1. Definiendo la resistencia a fungicidas

Tarde o temprano, durante los años de uso comercial de un fungicida, en las poblaciones de los patógenos pueden surgir algunos individuos que ya no son suficientemente sensibles para ser controlados de manera adecuada. Por lo general, estos individuos aparecen como una respuesta al uso repetido de los fungicidas, o al uso repetido de otros fungicidas que se están químicamente y/o bioquímicamente relacionados a través de un mecanismo de acción en común (Brent and Hollomon, 2007).

Algunos investigadores definen a la resistencia como el cambio hereditario de una célula fungosa o una población de un hongo a un fungicida, lo que resulta en una sensibilidad menor a la normal hacia este (Dekker, 1988).

Algunas personas prefieren llamar a este fenómeno como "insensibilidad" o "tolerancia". El primer término es preferido por algunos fitopatólogos, porque creen que la resistencia a fungicidas puede fácilmente confundirse con la resistencia del hospedante a determinadas especies o razas de hongos. Algunas compañías agroquímicas también han tendido a utilizar "insensibilidad", "pérdida de sensibilidad" o "tolerancia", porque estas suenan menos alarmante que "resistencia". Por otra parte, trabajadores dentro de la industria agroquímica se han opuesto al uso de la palabra "resistencia" para describir los cambios en la sensibilidad de fungicidas que se producen ya sea en laboratorio, invernadero, o en campo, pero en un grado tal que son demasiado pequeños para afectar el control de la enfermedad. Recomiendan que "resistencia" debe denotar situaciones en donde falla o disminuye el control de la enfermedad (Dekker, 1988; Brent and Hollomon, 2007).

3.3.2. Ocurrencia de la resistencia

Hasta 1970 hubo algunos casos esporádicos de resistencia a fungicidas, lo que había ocurrido muchos años después de que el fungicida en cuestión se introdujera. Con la introducción de los fungicidas sistémicos, la incidencia de la resistencia aumentó considerablemente, y el tiempo necesario para se presentara la resistencia a menudo fue relativamente corto, a veces dentro de los dos años después de la primera presentación comercial. La primera aparición de resistencia en una región casi siempre ha ido acompañada, o poco después, por el comportamiento paralelo en otras regiones en las que el

mismo fungicida se aplica con la misma intensidad (FRAG-UK, 2009; Damicone and Smith, 2008; Brent and Hollomon, 2007).

Como se dijo anteriormente los problemas de resistencia aparecieron pocos años después de que se introdujo el primer fungicida sistémico que fue utilizado de forma intensiva (benomilo), donde ocurrieron fallos repentinos en el control de enfermedades como la cenicilla y sarna de la manzana (Damicone and Smith, 2008).

Muchos de los fungicidas desarrollados y registrados desde la introducción de benomilo también son sistémicos, tienen un modo de acción específico, y están en mayor riesgo de problemas de resistencia. La resistencia a fungicidas es ahora un problema generalizado en la agricultura mundial. Los problemas que se han documentado de resistencia a fungicidas en campo suman más de 100, y muchos más casos de resistencia se sospechan, pero no han sido documentados (Damicone and Smith, 2008).

Las poblaciones de patógenos que desarrollan resistencia a un fungicida automática y simultáneamente se vuelven resistentes a los fungicidas que afectan la misma mutación genética y el mismo mecanismo de resistencia. En general estos han demostrado ser los fungicidas, que soportan una evidente relación química con el primer fungicida, o que tienen un mecanismo similar de fungitoxicidad. Este es el fenómeno conocido como "resistencia cruzada". Por ejemplo, las cepas de patógenos que son resistentes a benomil casi siempre son altamente resistentes a otros Benzimidazoles como carbendazim, tiofanato-metil o tiabendazol (Brent and Hollomon, 2007).

Algunas cepas de patógenos han desarrollado mecanismos de resistencia a dos o más fungicidas no vinculados. Estos surgen de mutaciones independientes que son seleccionados por la exposición a cada uno de los fungicidas que se trate. Este fenómeno es totalmente diferente de la resistencia cruzada en su origen y mecanismo, y normalmente se denomina "resistencia multiple". Un ejemplo es la aparición de cepas de *Botrytis cinerea* que se han hecho resistentes a fungicidas benzimidazoles y dicarboximidas (Brent and Hollomon, 2007).

3.3.3. Orígenes de la Resistencia

El desarrollo de resistencia a fungicidas se ve influida por la interacción compleja de factores tales como el modo de acción de los fungicidas, la biología del agente patógeno, el patrón de uso de fungicidas, y el sistema de cultivo. Entender la biología de la resistencia a fungicidas, cómo se desarrolla, y cómo se puede manejar es crucial para garantizar el control de la enfermedad de manera sostenible con fungicidas (Damicone and Smith, 2008).

Una vez que la resistencia aparece, esta es hereditaria. Es el resultado de uno o más cambios en la constitución genética de la población de patógenos. Normalmente, un mutante resistente puede presentarse en una frecuencia inicial del orden de 1 en cada 1000 millones de esporas u otros propágulos del patógeno. Entre los supervivientes de un tratamiento fungicida, sin embargo, la resistencia se forma en una proporción mucho mayor. Es sólo cuando este llega a ser de 1 en cada 100 o incluso 1 en cada 10 lo que dificulta de control de la enfermedad y la presencia de los individuos resistentes empieza a han ser fácilmente detectable. Así pues, la evidente aparición de la resistencia es a menudo repentina, pero antes de esto, la resistencia se han estado formando insidiosamente a niveles indetectables. Si un tratamiento con fungicidas es muy eficaz, con pocos sobrevivientes, la selección será muy rápida. Si el fungicida tiene una eficacia del 80%, después de cada tratamiento el número de variantes se concentrarán sólo 5 veces y la acumulación será más lento (Brent and Hollomon, 2007).

Se pueden hacer varias deducciones obvias pero importantes, que pueden influir en la evaluación del riesgo y el diseño de estrategias para evitar el desarrollo de resistencia. La acumulación de mutantes resistentes se verá aumentada con el incremento en la frecuencia de aplicación del fungicida en cuestión, por una método más eficaz de aplicación o incremento en la dosis, por la presencia de grandes poblaciones de patógenos antes del tratamiento, por una mayor producción de esporas y por cortos tiempos de generación del patógeno (Brent and Hollomon, 2007).

3.3.4. Mecanismos de Resistencia

Una gran cantidad de esfuerzo experimental se ha centrado en este tema, especialmente en laboratorios académicos, razón por la cual ahora comprendemos bien los mecanismos más importantes de resistencia a fungicidas (benzimidazoles, dicarboximidas, y QoI). Sin embargo, aún hay muchas lagunas en nuestro conocimiento, no sólo para algunos grupos de fungicidas ya bien conocidos (por

ejemplo, anilinoimidazoles), sino también para nuevos grupos de fungicidas (Brent and Hollomon, 2007).

Se conocen muchos tipos de mecanismo de resistencia, pero los principales son:

- ⊕ Alteración de bioquímica de sitio de objetivo, de modo que ya no es sensible.
- ⊕ Aumento de la producción de la proteína objetivo.
- ⊕ Desarrollo de una vía metabólica alternativa que no pasa por el sitio de destino.
- ⊕ Descomposición metabólica de los fungicidas.

Con mucho, el mecanismo más común, parece ser la "alteración bioquímica del sitio de acción del fungicida", esto podría explicar por qué en muchos de los productos más antiguos no se han encontrado problemas de resistencia, ya que una vez que han penetrado en la célula fúngica, los antiguos fungicidas actúan como inhibidores de una enzima que afecta a muchos lugares objetivo (por lo que se denominan a veces inhibidores "multisito"). Ellos actúan selectivamente sobre hongos, más bien que sobre plantas y animales, porque ellos penetran y se acumulan mucho más fácilmente en hongos. Muchos sitios en el hongo tendrían que cambiarse simultáneamente para parar el funcionamiento del fungicida. Las posibilidades de muchos cambios genéticos sucediendo simultáneamente son insignificantes, y, en cualquier caso, un organismo con tantas alteraciones es muy improbable que sea patógeno, o incluso viable. En cambio, los fungicidas modernos actúan principalmente en un único sitio objetivo, y son a menudo denominados fungicidas de «un solo sitio» o de "sitio específico". Así pues, una sola mutación genética puede causar una alteración del sitio de acción volviéndolos mucho menos vulnerables a los fungicidas (Brent and Hollomon, 2007).

3.3.5. Monitoreo

Por Monitoreo de la Resistencia nos referimos a las pruebas hechas a las muestras de poblaciones de campo para determinar su grado de sensibilidad a uno o más fungicidas. Esta es una área crucial de la investigación sobre resistencia, porque prácticamente todo nuestro conocimiento de la distribución, la evolución y el impacto de la resistencia en el campo ha dependido del monitoreo. Originalmente se hizo en la década de 1960 para investigar la posible resistencia de las enfermedades transmitidas por semillas en trigo y avena, y en el moho postcosecha de los cítricos. Pero ahora es mucho más grande la supervisión rutinaria hecha en todo el mundo (Brent and Hollomon, 2007).

El monitoreo se basa en el análisis de la respuesta de una población de un patógeno al uso de un fungicida. Su principal objetivo es detectar a tiempo cualquier cambio de sensibilidad, para poder tomar así las medidas adecuadas, especialmente cuando se piensa lanzar al mercado una nueva molécula fungicida que por medio de la resistencia cruzada puede tener problemas de resistencia incluso antes de su uso (Dekker, 1988).

El monitoreo se puede hacer para conseguir una alerta temprana de una inminente situación de resistencia, lo que evitaría el riesgo de desarrollar una resistencia más severa causando la pérdida del control, otra razón importante para el monitoreo es comprobar que las estrategias de manejo están trabajando, lo que implica el monitoreo periódico en grandes áreas, una operación costosa, pero que se ha justificado por situaciones de alto riesgo comercial (Brent and Hollomon, 2007).

El nivel de resistencia a un fungicida se puede medir en el laboratorio por la exposición de una colección de los miembros de una población de campo a los fungicidas y medir la respuesta de toxicidad. Las respuestas de toxicidad generalmente se miden como la inhibición de la proliferación del hongo, es decir como la inhibición de la germinación de esporas, o la infección de plantas reales en los caso de parásitos obligados. La concentración efectiva que inhibe el crecimiento, germinación, o infección en un 50 por ciento (EC_{50}), se calcula para cada muestra individual de la misma manera que se calcula una DL_{50} para evaluar la toxicidad aguda de un plaguicida en ratas o ratones (Damicone and Smith, 2008).

La sensibilidad de los métodos de prueba debe ser capaz de dar resultados realistas, cuantitativos, reproducibles y de fácil comprensión. La normalización de los métodos ha sido un objetivo de una serie de organizaciones, incluidas OEPP y FRAC. La normalización permite hacer comparaciones directas entre los resultados obtenidos por los diferentes centros de investigación, sobre todo si un aislamiento de sensibilidad conocida es ensayado en cada centro. Por otra parte, la presión para ajustarse debe aplicarse con cautela. Si una diversidad de métodos proporcionan resultados similares, como es generalmente el caso, este hecho refuerza la confianza en los resultados. También a menudo es difícil juzgar las ventajas y los problemas de los diferentes métodos hasta varios años de experiencia de su uso. Diferentes situaciones pueden ser más adecuados por el uso de diferentes pruebas modificados (Brent and Hollomon, 2007).

1.-No use un producto exclusivamente

El producto en riesgo de resistencia debe aplicarse en mezcla con uno o más fungicidas de un tipo diferente, o como un componente de una rotación o alternancia de diferentes fungicidas. El fungicida complementario en cualquiera de estas formas que se aplique diluye la presión de selección ejercida por el fungicida al inhibir el crecimiento de cualquier biotipo resistentes que surja (FRAG-UK, 2009; Brent and Hollomon, 2007).

El fungicida complementario puede ser un compuesto multi-sitio conocido por tener un bajo riesgo de inducir resistencia. Alternativamente, este puede ser un fungicida con un solo sitio de acción que se sabe no está relacionado con su pareja por resistencia cruzada o por el mismo modo de acción. El uso de una mezcla de dos fungicidas de un solo sitio de acción puede provocar la selección de dos cepas resistentes. Sin embargo, las posibilidades de que ocurran dos mutaciones simultáneamente será muy pequeño en comparación con la de una única mutación. El desarrollo consecutivo de la doble resistencia podría ocurrir, pero parece mucho menos probable de desarrollar si los dos componentes fueran usados por separado y en repetidas ocasiones (FRAG-UK, 2009; Brent and Hollomon, 2007).

2. Limitar el número de aplicaciones por temporada, aplicando únicamente cuando sea estrictamente necesario.

Este enfoque, como la rotación, reduce el número total de fungicidas en situación de riesgo y, por tanto, debe frenar en cierta medida la selección de cepas resistentes. Sin embargo, los tratamientos, que se siguen aplicando consecutivamente, por lo general coinciden con las fases más activas de las epidemias, cuando las presiones de selección son más altas. Por lo tanto, cualquier retraso en la resistencia no puede ser proporcional a la reducción del número de aplicaciones (FRAG-UK, 2009; Brent and Hollomon, 2007).

3. Mantener la dosis recomendada por los fabricantes

Durante muchos años los agricultores han utilizado las dosis reducidas de fungicidas, principalmente para reducir los costos, sobre todo en condiciones en las que la enfermedad generalmente es de baja presión, o cuando el riesgo de pérdidas financieras por la disminución del rendimiento no era tan grande. Sin embargo, las relaciones fungicida-dosis con los riesgos de resistencia no están aún plenamente establecidos, y parece probable que puedan variar según del fungicida de que se trate.

Algunos modelos indican que la reducción de la dosis de fungicida en situación de riesgo (pero conservando la frecuencia normal de pulverización) pueden retrasar la acumulación de resistencia por la disminución de la eficacia general, y el aumento del número de sobrevivientes sensibles y, por tanto, ralentizar la selección de formas resistentes que pueden sobrevivir a la dosis completa. Con respecto a la resistencia de multipaso, se ha argumentado que la reducción de la dosis puede aumentar el desarrollo de resistencia, ya que favoreciendo la supervivencia de formas resistentes que sería eliminados por la dosis completa. El bajo nivel de formas resistentes podría mutar o recombinarse sexualmente más para dar mayores niveles de resistencia. En la práctica, la dosis que llega a los organismos varía enormemente en el espacio y el tiempo, dando una muy compleja mezcla de diferentes secuencias de la exposición. Los datos experimentales en cuanto a los efectos de diferentes dosis son todavía bastante limitado y confusos (Brent and Hollomon, 2007).

4.- Evite el uso fungicidas sistémicos de amplio espectro

Una de las ventajas de los fungicidas sistémicos es que puede erradicar o curar las infecciones, esta propiedad en gran medida permite su utilización al alcanzarse cierto «umbral de daño», es decir cuando la aplicación se realiza después de que ya ha aparecido cierta cantidad económicamente aceptable de la enfermedad, con el fin de evitar una mayor propagación. Sin embargo, en diferentes situaciones se ha recomendado evitar el uso de fungicidas sistémicos de esta manera como una estrategia de lucha contra la resistencia. Evitar el uso de fungicidas sistémicos podría retrasar la resistencia ya que al esperar hasta un umbral de la población del patógeno significa que muchas lesiones esporulan y por lo tanto una mayor cantidad de inoculo queda expuesto a los fungicidas. Por lo que sería mejor aplicar un tratamiento profiláctico multisitio (Brent and Hollomon, 2007).

5. Manejo integrado de la enfermedad

Se trata de un aspecto particular de un concepto más general denominado MIP (Manejo Integrado de Plagas), que es la utilización integrada de todos los tipos contramedidas para el control de las enfermedades, el cual es muy conveniente por sus implicaciones económicas y ambientales, pero también es una estrategia importante para evitar o retrasar la resistencia a fungicidas. El uso de variedades resistentes a las enfermedades, agentes de control biológico y prácticas de higiene adecuadas, como la rotación de cultivos y la eliminación de partes enfermas de las plantas de cultivos perennes, reduce la incidencia de la enfermedad, permite un ahorro mayor de la utilización de

fungicidas y la disminución de cepas resistentes a fungicidas. Igualmente, por supuesto, la aplicación de fungicidas reduce el riesgo de acumulación de patotipos con cambios en la virulencia que por lo consiguiente causarían la "ruptura" de la resistencia las enfermedades. Lamentablemente, los métodos no químicos de control de las enfermedades a menudo son débiles o no disponibles, de modo que la aplicación de fungicidas es el principal o incluso la única contramedida para muchas enfermedades (FRAG-UK, 2009; Brent and Hollomon, 2007).

6. Diversidad química

La disponibilidad de un número variado de diferentes tipos de fungicidas para el control de cada una de las principales enfermedades es muy beneficioso, tanto para el medio ambiente así como para superar los problemas de resistencia. El uso continuo de uno o unos pocos tipos de compuestos durante muchos años presenta un mayor riesgo de efectos secundarios y está a favor de la resistencia en los organismos objetivo. Por lo tanto, es crucial que se desarrollen nuevos productos (Brent and Hollomon, 2007).

3.4 De los fungicidas

⊕ Bupirinato

El 5-butil-2-etilamino-6-metilpirimidin-4-il dimetilsulfamato ($C_{13}H_{24}N_4O_3S$), es un fungicida sistémico, preventivo y curativo de acción específica contra cenicillas en una amplia gama de cultivos con muy buenas eficacias debido a que actúa de tres formas que son: sistémica, traslaminar y como fumigante. Es un fungicida ligeramente toxico, de la familia de los pirimidinoles que viene formulado como concentrado emulsionable, que viene al 26% equivalente a 259 g de i.a. por litro. El ingrediente activo se absorbe en el hongo e inhibe la enzima adenosina-deaminasa (ADA-asa), involucrada en la síntesis de ácidos nucleicos dentro de las células fungosas (BRAVO, 2007).

⊕ Hidróxido cúprico

El Hidróxido cúprico ($Cu(OH)_2$) es un fungicida inorgánico, ligeramente toxico, de acción preventiva para el control de diversas enfermedades en varios cultivos agrícolas, viene formulado como polvo

humectable. Como todos los compuestos de cobre, este, libera pequeñas cantidades de cobre metálico al contacto con el agua. Por su capacidad de quelación, este cobre desplaza a otros minerales esenciales para el desarrollo del tubo germinativo y el apresorio de todo conidio que se pudiera encontrar sobre la superficie de la planta. Al depositarse una capa de hidróxido cúprico sobre la hoja, los conidios morirán antes de penetrar los tejidos de la planta (BRAVO, 2007).

⊕ **Difenoconazol**

Es un fungicida sistémico, de amplio espectro de acción en contra de diversas enfermedades foliares. Perteneció al grupo químico de los Triazoles (FRAC=3), es derivado del grupo de los SBI's (inhibidores de la síntesis del esteroles) y al subgrupo de los DMI's (inhibidores de la dimetilación). Se vende como concentrado emulsionable, equivalente a 250 g de i.a./L de producto formulado. Inhibe la dimetilación- C_{14} , la cual es una ruta para la biosíntesis del ergosterol que es un constituyente de las membranas celulares, teniendo efecto sobre la formación del haustorio, además inhibe fuertemente la formación de estructuras reproductivas y la liberación de conidios viables. Es un fungicida con rápida penetración en el tejido de la hoja y de lenta sistemicidad, pero con actividad traslaminar que genera una distribución durable y uniforme en las hojas tratadas, reflejándose en una larga persistencia (SYNGENTA, 2009).

⊕ **Azoxystrobin**

Es un fungicida sistémico, de amplio espectro de acción para el control preventivo y curativo de enfermedades fungosas en plantas, el cual se desarrolló a partir de los hongos: *Strobilurus tenacellus* y *Oudemansiella muscicola*, al descubrirse las propiedades fungicidas de la Estrobilurina A y la Oudemansina (actividad antiesporulante) sobre: Ascomycetos, Deuteromycetos, Basidiomycetos y Oomycetos. 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). Una vez aplicado este 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 del azoxystrobin en el área foliar es único, ya que una parte penetra en las hojas y otra queda en la superficie para prevenir nuevas infecciones. Viene formulado como gránulos solubles, equivalente a 500 g de i.a./Kg de producto formulado (SYNGENTA, 2009).

⊕ Trifloxystrobin

El éster metil ácido (E,E)-metoxyimino [2-[1-(3-trifluorometil-fenil)-etilidenea minooxymetil]-fenil]-acético presenta acción mesostémica, y debido a 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 y es particularmente activo contra las cenicillas. Pertenecen a la clase de los oximinoacetatos y al grupo de las estrobilurinas, con acción mesostémica controlando muchas enfermedades. Se recomienda aplicarlo con equipo terrestre en suficiente volumen de agua. El producto resiste el lavado por la lluvia, dos horas después de la aplicación. Se ofrece comercialmente como gránulos dispersables con un 50% de i.a/kg de producto, equivalente a 500 g de I.A./kg) (BAYER, 2009).

⊕ Myclobutanil

El Alfa-butil-alfa -(4-clorofenil)-1H 1,2,4-triazol 1 propano nitrilo ($C_{15}H_{17}ClN_4$) es un fungicida sistémico, curativo y protectante de la clase de los Triazoles, que puede ser usado en un programa de aplicaciones preventivas principalmente para el manejo de cenicillas. El myclobutanil es absorbido por las hojas y tallos y es transportado en la planta hacia las áreas de nuevo crecimiento vía xilema. Viene formulado como polvo humectable al 40% equivalente a 400 gramos i. a. /kilogramo de producto comercial. Es un fungicida que actúa inhibiendo la biosíntesis del ergosterol, por lo que pertenece a la clase de los fungicidas llamados inhibidores de la biosíntesis del esteroles (SBIs, por sus siglas en inglés), esta clase de fungicidas se dividen en varios grupos dependiendo del sitio bioquímico de acción y en este caso el myclobutanil inhibe principalmente la etapa de dimetilación C14 en la ruta biosintética del esteroles y, como tal, se le llama inhibidor de la dimetilación (DOWAGRO, 2009).

⊕ Fluoxastrobin

El (E)-{2-[6-(2-clorofenoxi)-5-fluoropirimidin-4-iloxi]fenil}{5,6-dihidro-1,4,2-dioxazin-3-il) metanona O-metiloxima ($C_{21}H_{16}ClFN_4O_5$) es una estrobilurina sistémica con actividad fungica preventiva y curativa usado para el control de diversas enfermedades fungosas en diferentes cultivos, viene formulado como suspensión concentrada al 48% que corresponde a 480 g a.i./L. Afecta las fases iniciales de la infección fúngica, germinación de esporas, desarrollo del tubo germinativo y penetración en las hojas, así como al desarrollo de micelio. Es sistémico por vía foliar, se absorbe rápidamente y se distribuye en dirección

acrópeta; por semillas y raíz la absorción es mucho menor. Su espectro de acción incluye Ascomycetos, Basidiomycetos, Exdeuteromycetos y Oomycetos. Estable en el suelo con una vida media de 16.2-119 días. La fotodegradación y la volatilización son poco importantes. En el complejo agua/sedimento, en condiciones aerobias, su vida media es de 2-5 días. Actúa como inhibidor de la respiración (BAYER, 2009).

⊕ **Azoxystrobin + Clorotalonil**

Este producto es una mezcla de Metil (E)-2-{2-[6-(2-(cianofenoxi)pirimidin-4-iloxi)fenil]-3-metoxiacrilato + Tetracloroisoftalonitrilo correspondiente a 60 g/L (4,6% p/p) de azoxystrobin + 600 g/L (45,98% p/p) de Clorotalonil. AMISTAR OPTI es un fungicida sistémico y de contacto, de origen natural, con amplio espectro de control. Presenta "triple acción", con actividad preventiva, curativa y antiesporulante, dependiendo de la enfermedad. El contenido de azoxystrobin brinda acción inhibitoria de la respiración mitocondrial en los hongos (acción temprana sobre esporas) y el contenido de Clorotalonil evita la generación de resistencia. Se mueve vía xilema (movimiento acropétalo) y tiene sistemicidad y movimiento translaminar, protegiendo completamente las hojas y brotes nuevos. Su efecto sistémico y de contacto y su larga residualidad aseguran la protección de las hojas y su redistribución dentro de la planta, retardando su senescencia y manteniéndolas verdes y sanas por más tiempo, lo que se traduce en incrementos de rendimiento a cosecha (SYNGENTA, 2009).

4.- MATERIALES Y METODOS

4.1. Localización del sitio experimental

El estudio se realizó en un invernadero de vidrio del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo ubicada en (19° 29' 36" N, 98° 53' 07" O, 2253 msnm) K.M. 38.5 de la Carretera México-Texcoco, Texcoco, Estado de México.

4.2. Ubicación de los sitios muestreados

La primera muestra de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) y/o *Golovinomyces cichoracearum* (DC.) V.P. Heluta (Syn. *Erysiphe cichoracearum* DC.) agente causal de la cenicilla de las cucurbitáceas se colectó el 17/08/08 en Texcoco, Estado de México (19° 29' 20" N, 98° 52' 41" O, 2261 msnm) mientras que la segunda muestra se colectó el 11/02/09 en Cuautla, Morelos (18° 49' 0" N, 99° 01' 0" O, 1,330 msnm). Ambas muestras, una vez colectadas, se trasladaron en hieleras al invernadero para incrementar la cantidad de inóculo en plantas de calabacita de dos meses de edad.

4.3. Identificación a especie de ambas muestras

4.3.1 Morfometría de estructuras asexuales

A partir de las lesiones presentes en las hojas infectadas de calabacita se hicieron cortes y preparaciones para observar los conidios y conidióforos. Las variables evaluadas fueron el diámetro del micelio, la longitud de conidióforo, longitud y diámetro de la célula basal del mismo, el número de conidios por cadena, así como largo y ancho de los conidios individuales, con 50 repeticiones por estructura antes mencionada. El diámetro del micelio se midió en la segunda célula de la base de conidióforo. Se consideró como conidióforo, al segmento comprendido desde el septo de la célula basal hasta el último septo de la célula no hinchada del mismo (Boesewinkel, 1980). La longitud de la célula basal del conidióforo se midió desde la primera septa basal hasta la primera septa del conidióforo, y el diámetro de la misma se midió en su parte media. Para poder observar claramente los cuerpos de fibrosina dentro de los conidios, se hicieron preparaciones usando hidróxido de potasio al 3% de acuerdo a Kable *et al.*, 1996. Por otro lado con el fin de determinar las características del tubo germinativo, con ayuda de una aguja de disección se raspó una masa de conidios de las hojas infectadas y se colocaron sobre una gota de agua la cual se encontraba en un portaobjetos que se encontraba

dentro de una cámara húmeda y estos se incubaron a 100% de humedad relativa por un periodo de 24 a 48 h, después de pasado este tiempo se determinó la forma y diámetro del tubo germinativo en su parte media (Félix-Gastélum, *et al.*, 2005, Félix-Gastélum, *et al.*, 2007).

4.3.2 Microscopia electrónica de barrido (MEB)

Se colectaron fragmentos de hojas de calabacita de 0.25cm² infectadas con cenicilla y se fijaron de inmediato en glutaraldehído al 2.5% y posteriormente con Buffer de fosfatos de Sorensen por 24 h. Enseguida las muestras se lavaron con Buffer de fosfatos tres veces por cinco minutos para después deshidratarlas con una serie de etanoles graduales del 30% al 100% por 40 minutos para las primeras fases mientras que únicamente para la última se hizo tres veces por periodos de 20 minutos (Ruiz, 1999). En segunda se secaron a punto crítico con CO₂ con un secador SAMDRI-780A. Después las muestras se montaron en portamuestras de latón sobre una cinta conductiva de carbón y se cubrieron con una capa fina de oro en una ionizadora de metales JEOL Fine Coat JFC-1100. Finalmente las observaciones y toma de micrografías se hicieron en la Unidad de Microscopia Electronica del Colegio de Postgraduados usando un Microscopio Electrónico de Barrido JEOL JSM-6390 (Bozzola y Russell, 1999).

4.4 Incremento del inoculo

Una vez colectado el material vegetal infectado, este se trasladó al invernadero y se procedió a inocular plantas sanas de calabacita (*Cucurbita pepo* var. Zucchini Seminis) de dos meses de edad con un hisopo de la siguiente manera: un extremo del hisopo se rodó cuidadosamente sobre una superficie aproximada de 4cm² de la hoja infectada y posteriormente de nuevo el mismo extremo del hisopo cargado con los conidios se rodó sobre un punto (2×10^4 conidios) de una hoja de la planta sana y este proceso se repitió en cuatro puntos de cada hoja, inoculando un total de 4 hojas por planta.

4.5. Diseño experimental

El experimento se realizó bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por 3 plantas (en donde se inocularon en total 10 hojas) sembradas en bolsas de polietileno de 40 cm x 40 cm llenas con suelo estéril.

4.6. Establecimiento del experimento

Una vez que se tuvo la cantidad de inóculo necesario sobre las plantas que se habían destinado para ese propósito (1 mes después), se procedió a inocular las plantas del experimento de dos meses de edad usando el mismo método antes descrito inoculando las hojas mas nuevas en cuatro puntos diferentes cada una, inoculando de 3-4 hojas por planta, ajustándose a 10 hojas por unidad experimental.

4.7 Fungicidas a evaluar y tratamientos

Para la cepa proveniente de Texcoco, Estado de México, se evaluaron 7 fungicidas, mientras que para la cepa proveniente de Cuautla, Morelos, se evaluaron 6 fungicidas, en ambos casos a 8 dosis cada uno, lo que da un total 56 y 48 tratamientos respectivamente por experimento, las cuales se describen a continuación (Cuadro1):

Cuadro 1. Tratamientos para evaluar la efectividad biológica de fungicidas y determinación de la sensibilidad de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) en calabaza (*Cucurbita pepo* L. 1753 var. Grey Zucchini) bajo invernadero, en Texcoco, Estado de México.

TRATAMIENTOS CEPA1 TEXCOCO, EDO DE MEXICO		TRATAMIENTOS CEPA 2 CUAUTLA, MORELOS	
1.	Testigo absoluto	Testigo absoluto	
2.	Bupirinato (31.25 ppm)	Difenoconazol (50 ppm)	
3.	Bupirinato (62.5 ppm)	Difenoconazol (100 ppm)	
4.	Bupirinato (125 ppm)	Difenoconazol (150 ppm)	
5.	Bupirinato (250 ppm)	Difenoconazol (200 ppm)	
6.	Bupirinato (500 ppm)	Difenoconazol (400 ppm)	
7.	Bupirinato (1000 ppm)	Difenoconazol (600 ppm)	
8.	Bupirinato (2000 ppm)	Difenoconazol (800 ppm)	
9.	Hidróxido cúprico (31.25 ppm)	Myclobutanil (40 ppm)	
10.	Hidróxido cúprico (62.5 ppm)	Myclobutanil (80 ppm)	
11.	Hidróxido cúprico (125 ppm)	Myclobutanil (160 ppm)	
12.	Hidróxido cúprico (250 ppm)	Myclobutanil (240 ppm)	
13.	Hidróxido cúprico (500 ppm)	Myclobutanil (320 ppm)	
14.	Hidróxido cúprico (1000 ppm)	Myclobutanil (400 ppm)	
15.	Hidróxido cúprico (2000 ppm)	Myclobutanil (480 ppm)	
16.	Difenoconazol (50 ppm)	Azoxystrobin + clorotalonil (300 + 30 ppm)	
17.	Difenoconazol (100 ppm)	Azoxystrobin + clorotalonil (600 + 60 ppm)	
18.	Difenoconazol (150 ppm)	Azoxystrobin + clorotalonil (1200 + 120 ppm)	
19.	Difenoconazol (200 ppm)	Azoxystrobin + clorotalonil (1500 + 150 ppm)	
20.	Difenoconazol (400 ppm)	Azoxystrobin + clorotalonil (1800 + 180 ppm)	
21.	Difenoconazol (600 ppm)	Azoxystrobin + clorotalonil (2400 + 240 ppm)	
22.	Difenoconazol (800 ppm)	Azoxystrobin + clorotalonil (3000 + 300 ppm)	
23.	Myclobutanil (40 ppm)	Estrobilurina 1 (50 ppm)	
24.	Myclobutanil (80 ppm)	Estrobilurina 1 (100 ppm)	

25.	Myclobutanil (160 ppm)	Estrobilurina 1 (150 ppm)
26.	Myclobutanil (240 ppm)	Estrobilurina 1 (200 ppm)
27.	Myclobutanil (320 ppm)	Estrobilurina 1 (250 ppm)
28.	Myclobutanil (400 ppm)	Estrobilurina 1 (375 ppm)
29.	Myclobutanil (480 ppm)	Estrobilurina 1 (500 ppm)
30.	Estrobilurina 1 (50 ppm)	Estrobilurina 2 (96 ppm)
31.	Estrobilurina 1 (100 ppm)	Estrobilurina 2 (192 ppm)
32.	Estrobilurina 1 (150 ppm)	Estrobilurina 2 (288 ppm)
33.	Estrobilurina 1 (200 ppm)	Estrobilurina 2 (384 ppm)
34.	Estrobilurina 1 (250 ppm)	Estrobilurina 2 (480 ppm)
35.	Estrobilurina 1 (375 ppm)	Estrobilurina 2 (960 ppm)
36.	Estrobilurina 1 (500 ppm)	Estrobilurina 2 (1440 ppm)
37.	Estrobilurina 2 (96 ppm)	Estrobilurina 3 (50 ppm)
38.	Estrobilurina 2 (192 ppm)	Estrobilurina 3 (100 ppm)
39.	Estrobilurina 2 (288 ppm)	Estrobilurina 3 (200 ppm)
40.	Estrobilurina 2 (384 ppm)	Estrobilurina 3 (300 ppm)
41.	Estrobilurina 2 (480 ppm)	Estrobilurina 3 (400 ppm)
42.	Estrobilurina 2 (960 ppm)	Estrobilurina 3 (500 ppm)
43.	Estrobilurina 2 (1440 ppm)	Estrobilurina 3 (600 ppm)
44.	Estrobilurina 3 (50 ppm)	
45.	Estrobilurina 3 (100 ppm)	
46.	Estrobilurina 3 (200 ppm)	
47.	Estrobilurina 3 (300 ppm)	
48.	Estrobilurina 3 (400 ppm)	
49.	Estrobilurina 3 (500 ppm)	
50.	Estrobilurina 3 (600 ppm)	

¹ Gramos o mililitros de producto comercial

4.8. Aplicación de los tratamientos

Quince días después de la inoculación y antes de la primera aplicación se hizo una preevaluación para determinar si había diferencias significativas entre las unidades experimentales. En seguida se procedió a hacer la primera aplicación y posteriormente se hicieron dos aplicaciones mas con un intervalo de 7 días entre una y otra (Cuadro 2). Para la aplicación de los fungicidas se uso un aspersor manual Swissmex Modelo 310.055 de 2 litros de con una gasto aproximado de 450 L/ha.

Cuadro 2. Cronograma de actividades para evaluar la efectividad biológica de fungicidas y determinación de la sensibilidad de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) en calabaza (*Cucurbita pepo* L. 1753 var. Grey Zucchini) bajo invernadero, en Texcoco, Estado de México.

ACTIVIDAD	FECHAS	
	CEPA 1 Texcoco, Edo. México	CEPA 2 Cuautla, Morelos
Colecta de material	17/08/08	11/02/09
Incremento del inoculo	17/08/08/ al 14/09/08	11/02/09 al 11/03/09
Establecimiento del experimento	14/09/08	11/03/09
Pre evaluación	28/09/08	25/03/09
Aplicación 1	28/09/08	25/03/09

Evaluación 1	05/10/08	01/04/09
Aplicación 2	05/10/08	01/04/09
Evaluación 2	12/10/08	08/04/09
Aplicación 3	12/10/08	08/04/09
Evaluación 3	19/10/08	15/04/09
Evaluación 4	26/10/08	22/04/09
Evaluación de fitotoxicidad	26/10/08	22/04/09

4.9. Parámetros a evaluar

4.9.1. Severidad

Se realizaron 4 evaluaciones de severidad de la enfermedad, apoyándose en la escala siguiente (Cuadro 3):

Cuadro 3. Escala visual propuesta para evaluar el grado de infección de la cenicilla de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.) Poll)) en calabaza (*Cucurbita pepo* L. 1753 var. Grey Zucchini) bajo invernadero, en Texcoco, Estado de México.

Índice	% de superficie foliar afectada
0	Follaje sano (sin síntomas)
1	0.1 – 1
2	1.1 – 6.5
3	6.6 - 12.5
4	12.6 - 25.0
5	25.1 - 50.0
6	Más del 50.1

4.9.2. Análisis de datos

Los datos obtenidos del índice de severidad de la enfermedad, se transformaron a porcentaje de infección mediante la fórmula de Townsed y Heuberger. De los datos obtenidos de la incidencia y porcentaje de infección se realizó un análisis de varianza y prueba de Tukey ($\alpha=0.05$), mediante el paquete de análisis estadístico SAS®. Además, se calculó la efectividad de los tratamientos mediante la prueba de eficacia de Abbott, y dichas eficacias se dividieron en **excelentes** (95.1-100% eficacia), **muy buenas** (90.1-95% de eficacia), **buenas** (85.1-90% de eficacia), **aceptables** (80-85% de eficacia) y **no aceptables** (eficacias menores a 80%).

4.9.3. Fitotoxicidad

La fitotoxicidad se evaluó, en la última evaluación de los tratamientos, mediante la escala porcentual propuesta por la European Weed Research Society (Cuadro 4).

Cuadro 4. Escala visual propuesta por la European Weed Research Society para evaluar el grado de fitotoxicidad de los fungicidas usados para el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)) en calabaza (*Cucurbita pepo* L. 1753 var. Grey Zucchini) bajo invernadero, en Texcoco, Estado de México.

EFFECTOS SOBRE EL CULTIVO	FITOTOXICIDAD AL CULTIVO (%)
Sin efecto	0.0-1.0
Síntomas muy ligeros	1.1-3.5
Síntomas ligeros	3.6-7.0
Síntomas que no se reflejan en el Rendimiento	7.1-12.5
Daño medio	12.6-20.0
Daños elevados	20.1-30.0
Daños muy elevados	30.1-50.0
Daños severos	50.1-99.0
Muerte completa	99.1-100

4.9.4. Determinación de la EC50

Con el fin de determinar las concentraciones discriminatorias (EC 50) entre los diferentes fungicidas evaluados para ambas cepas de la cenicilla de las cucurbitáceas provenientes de Texcoco, Estado de México y Cuautla, Morelos, se analizaron los datos de las dosis en partes por millón de los diferentes tratamientos en relación al porcentaje de la población muerta para cada ensayo a través del programa DL-probit V1.0 (Márquez y Osada datos no publicados).

5.- RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 CEPA 1 TEXCOCO, ESTADO DE MEXICO

5.1.1 IDENTIFICACION DE LA CEPA

Morfometría de las estructuras asexuales

En la muestra colectada proveniente de Texcoco, Estado de México, la fase asexual correspondió al género *Oidium* (Barnett y Hunter, 1972; Yarwood, 1973; Ballantyne, 1975). El micelio fue superficial y hialino con un diámetro promedio de 7.5µm. Conidióforos simples rectos y con los márgenes crenados, constituidos por 1-4 células predominando aquellos con tres células, cadenas de conidios de 2 a 8. La longitud promedio del conidióforo fue de 81.6µm; su célula basal fue recta, cilíndrica, sin hinchamiento con una longitud promedio de 71.7µm y un diámetro en su parte media de 12.7µm. Los conidios fueron predominantemente oviodes, pero ocasionalmente alargados o en forma de barril que midieron en promedio 27.5µm de largo y 17.3µm de diámetro, todos ellos con cuerpos de fibrosina en su interior, principal característica morfológica que separa a *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) de *Golovinomyces cichoracearum* (DC.) V.P. Heluta (Syn. *Erysiphe cichoracearum* DC.) según Clare (1958); Junell (1966); Hammett (1977); Braun 1987, 1995). También presento un tubo germinativo corto, con un diámetro promedio en su parte media de 6.2µm que se origino en la mayoría de los casos de la parte media del conidio, y en ocasiones se oriento un poco más hacia los polos o se bifurco, característica que complementa la identificación de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) de acuerdo con Ballantyne (1975) y CABI, 2007.

Cuadro 5. Dimensiones (µm) de las estructuras de origen asexual de la cenicilla de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)) proveniente de Texcoco, Estado de México, en calabaza (*Cucurbita pepo* L. 1753 var. Grey Zucchini) bajo invernadero, en Texcoco, Estado de México.

Micelio	Conidióforo	Célula basal del conidióforo		Conidios		Tubo germinativo
Diámetro	Longitud	Longitud	Diámetro	Longitud	Diámetro	Diámetro
5.7-8.9 ^x	72.4-95.0	62.3-93.5	11.7-14.8	23.4-31.0	15.4-18.5	5.0-7.9
7.5 ^y	81.6	71.7	12.7	27.5	17.3	6.2
0.9 ^z	8.7	11.6	1.1	2.6	1.0	1.0

^x Longitudes máximas y mínimas de las estructuras

^y Promedio de 50 medidas para cada estructura de cada muestra

^z Desviación estándar

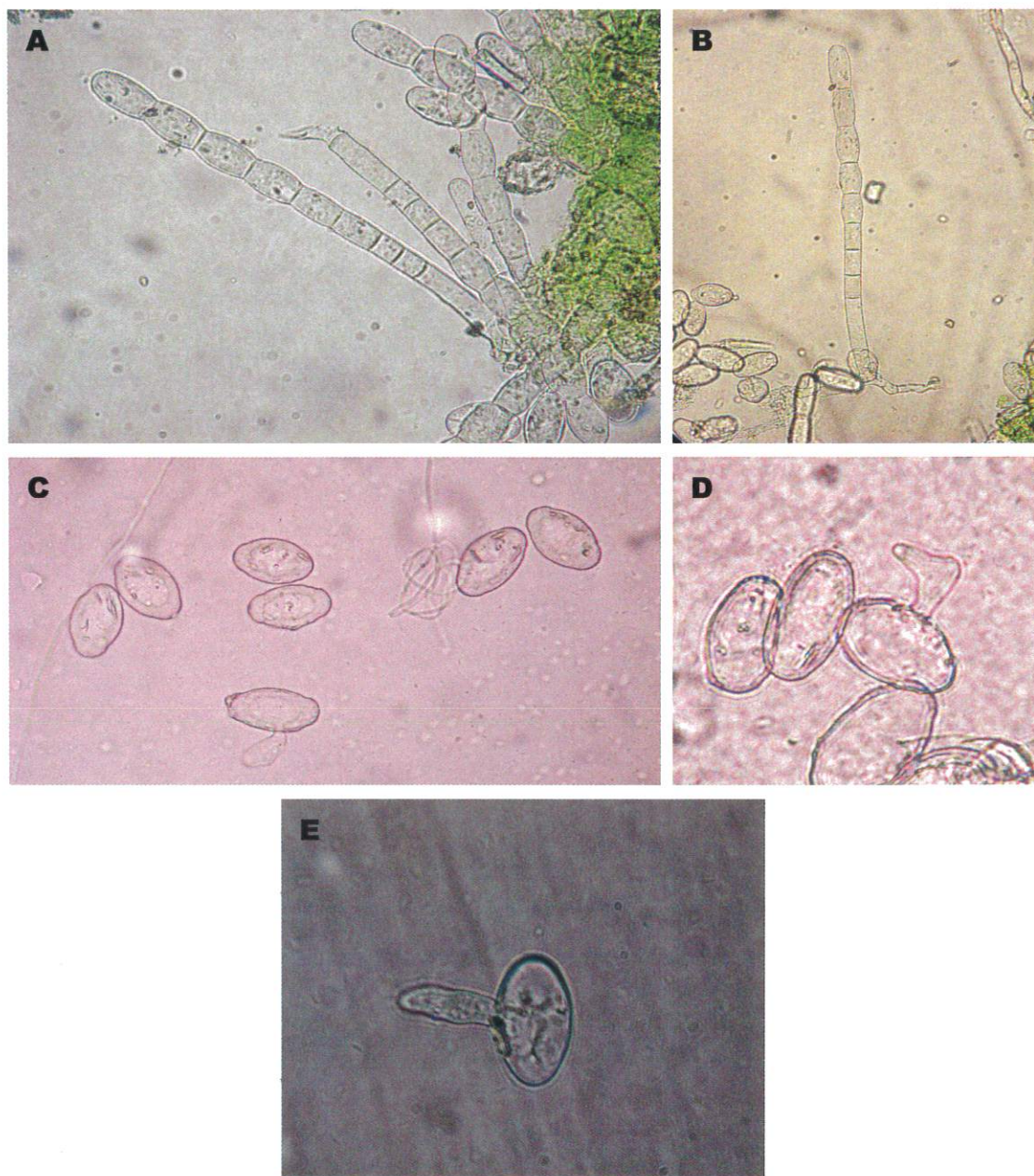


Figura 2. Morfología de conidios de *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll. Microscopia de luz A) y B) Conidióforos simples rectos y con los márgenes crenados, C) conidios ovales con cuerpos de fibrosina en una preparación de KOH al 3%, D) y E) conidios germinados.

Microscopia electrónica de barrido (MEB)

La superficie de la pared de los conidios fue lisa, ocasionalmente con ligeras ondulaciones al igual que la superficie de la parte terminal de estos, es decir la ubicación del septo que separa a los conidios

cuando forman cadenas. Por otro lado los conidios deshidratados presentaron un arrugamiento que origina líneas longitudinales muy marcadas y en algunas ocasiones transversales lo que concuerda con Félix-Gastélum, *et al.*, (2005) y Félix-Gastélum, *et al.*, (2007) corroborándose de esta forma que se trata de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll).

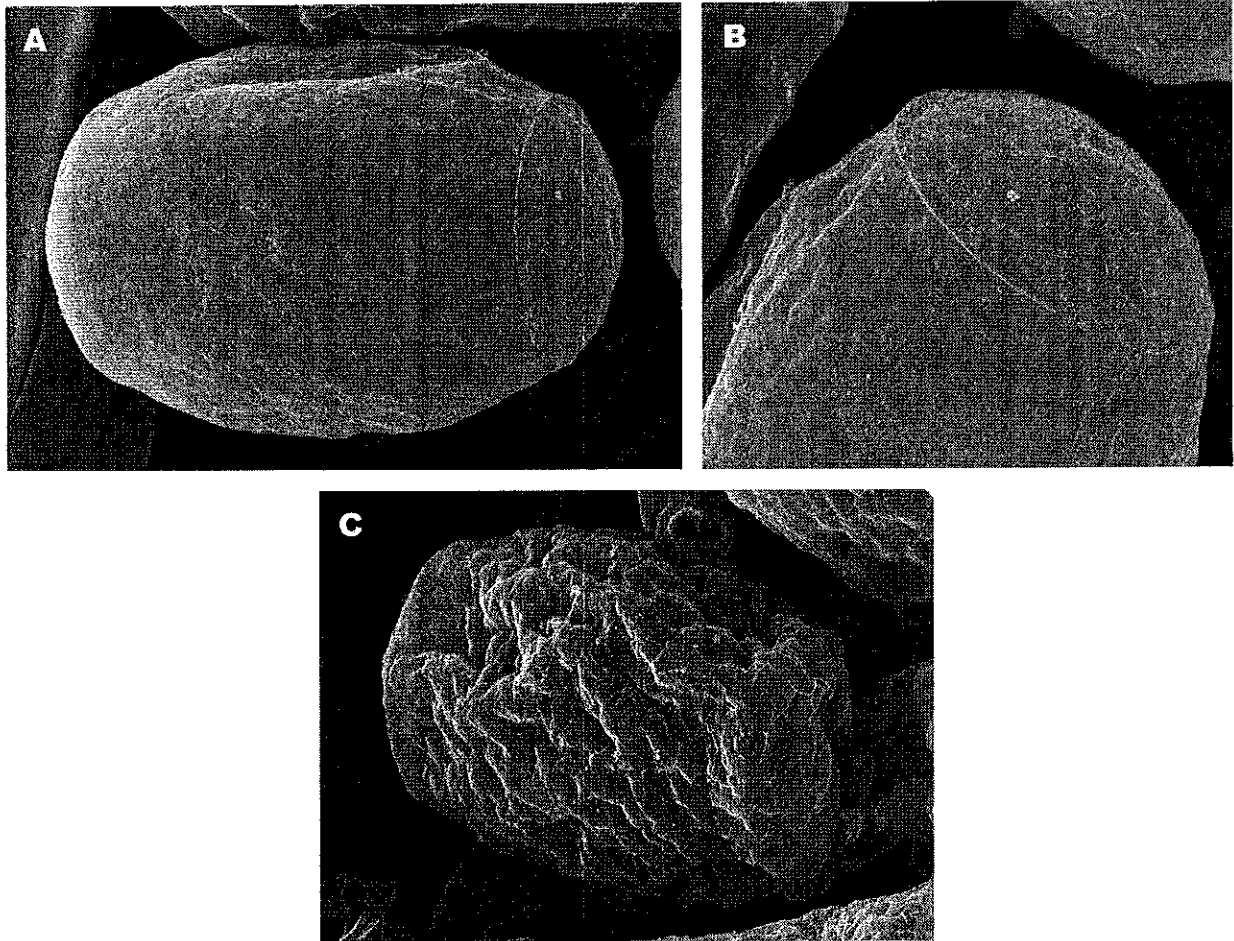


Figura 3. Morfología de conidios de *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll. Microscopia electrónica de barrido. A) Pared lisa del conidio, B) parte terminal del mismo lisa, C) conidio deshidratado con ondulaciones longitudinales y transversales.

5.1.2 COMPORTAMIENTO DE LA ENFERMEDAD Y DE LOS FUNGICIDAS EVALUADOS

5.1.2.1 PREEVALUACION

El análisis de varianza de los datos de porcentaje de infección de la cenicilla en el cultivo de calabacita obtenidos en la preevaluación (28/09/08), no mostro diferencias significativas entre las plantas donde se distribuyeron los 56 tratamientos (Apéndice 1), lo anterior se corrobora al realizar la comparación de medias de Tukey (0.05) lo cual indicó que la variación de la infección en las parcelas no fue significativa y por lo tanto el experimento se realizo bajo condiciones homogéneas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comparación de medias de los porcentajes de infección en la preevaluación (28/09/08), para evaluar la efectividad biológica de los fungicidas en el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.

TRATAMIENTOS		SEVERIDAD	SIGNIFICANCIA	EFICACIA ABBOTT (%)
1.	Testigo absoluto	8.3	A ²	--
2.	Bupirinato (31.25 ppm)	6.7	A	--
3.	Bupirinato (62.5 ppm)	10.0	A	--
4.	Bupirinato (125 ppm)	10.5	A	--
5.	Bupirinato (250 ppm)	10.5	A	--
6.	Bupirinato (500 ppm)	7.8	A	--
7.	Bupirinato (1000 ppm)	10.0	A	--
8.	Bupirinato (2000 ppm)	7.8	A	--
9.	Hidróxido cúprico (31.25 ppm)	8.3	A	--
10.	Hidróxido cúprico (62.5 ppm)	7.2	A	--
11.	Hidróxido cúprico (125 ppm)	8.9	A	--
12.	Hidróxido cúprico (250 ppm)	10.5	A	--
13.	Hidróxido cúprico (500 ppm)	6.7	A	--
14.	Hidróxido cúprico (1000 ppm)	7.2	A	--
15.	Hidróxido cúprico (2000 ppm)	8.3	A	--
16.	Difenoconazol (50 ppm)	8.9	A	--
17.	Difenoconazol (100 ppm)	7.2	A	--
18.	Difenoconazol (150 ppm)	7.8	A	--
19.	Difenoconazol (200 ppm)	8.3	A	--
20.	Difenoconazol (400 ppm)	9.4	A	--
21.	Difenoconazol (600 ppm)	9.4	A	--
22.	Difenoconazol (800 ppm)	8.9	A	--
23.	Myclobutanil (40 ppm)	7.8	A	--
24.	Myclobutanil (80 ppm)	7.8	A	--
25.	Myclobutanil (160 ppm)	8.4	A	--
26.	Myclobutanil (240 ppm)	8.3	A	--
27.	Myclobutanil (320 ppm)	8.9	A	--
28.	Myclobutanil (400 ppm)	10.5	A	--
29.	Myclobutanil (480 ppm)	8.9	A	--
30.	Estrobilurina 1 (50 ppm)	8.9	A	--
31.	Estrobilurina 1 (100 ppm)	9.4	A	--
32.	Estrobilurina 1 (150 ppm)	10.5	A	--

Cuadro 7. Comparación de medias de los porcentajes de infección en la evaluación 1 (05/10/08), para evaluar la efectividad biológica de los fungicidas en el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.

TRATAMIENTOS		SEVERIDAD	SIGNIFICANCIA	EFICACIA ABBOTT (%)
1.	Testigo absoluto	11.7	AB	---
2.	Bupirinato (31.25 ppm)	6.7	DEFG	42.6
3.	Bupirinato (62.5 ppm)	5.6	FGHI	52.3
4.	Bupirinato (125 ppm)	5.0	GHI	57.1
5.	Bupirinato (250 ppm)	3.3	IJKL	71.7
6.	Bupirinato (500 ppm)	1.7	KLM	85.4
7.	Bupirinato (1000 ppm)	0.6	M	95.1
8.	Bupirinato (2000 ppm)	0.0	M	100.0
9.	Hidróxido cúprico (31.25 ppm)	10.0	BC	14.3
10.	Hidróxido cúprico (62.5 ppm)	8.3	CDE	28.9
11.	Hidróxido cúprico (125 ppm)	6.7	DEFG	42.9
12.	Hidróxido cúprico (250 ppm)	3.3	IJKL	71.4
13.	Hidróxido cúprico (500 ppm)	1.7	KLM	85.4
14.	Hidróxido cúprico (1000 ppm)	1.1	LM	90.3
15.	Hidróxido cúprico (2000 ppm)	0.0	M	100.0
16.	Difenoconazol (50 ppm)	6.1	EFGH	47.4
17.	Difenoconazol (100 ppm)	4.4	GHIJ	62.0
18.	Difenoconazol (150 ppm)	3.3	IJKL	71.7
19.	Difenoconazol (200 ppm)	3.3	IJKL	71.7
20.	Difenoconazol (400 ppm)	3.3	IJKL	71.7
21.	Difenoconazol (600 ppm)	2.2	JKLM	80.9
22.	Difenoconazol (800 ppm)	1.7	KLM	85.4
23.	Myclobutanil (40 ppm)	6.7	DEFG	42.6
24.	Myclobutanil (80 ppm)	5.0	GHI	57.1
25.	Myclobutanil (160 ppm)	5.0	GHI	57.1
26.	Myclobutanil (240 ppm)	3.3	IJKL	71.7
27.	Myclobutanil (320 ppm)	2.2	JKLM	80.9
28.	Myclobutanil (400 ppm)	1.7	KLM	85.4
29.	Myclobutanil (480 ppm)	0.6	M	95.1
30.	Estrobilurina 1 (50 ppm)	11.7	AB	-0.3
31.	Estrobilurina 1 (100 ppm)	10.0	BC	14.3
32.	Estrobilurina 1 (150 ppm)	8.3	CDE	28.9
33.	Estrobilurina 1 (200 ppm)	6.7	DEFG	42.6
34.	Estrobilurina 1 (250 ppm)	6.1	EFGH	47.4
35.	Estrobilurina 1 (375 ppm)	5.0	GHI	57.1
36.	Estrobilurina 1 (500 ppm)	3.3	IJKL	71.7
37.	Estrobilurina 2 (96 ppm)	11.7	AB	-0.3
38.	Estrobilurina 2 (192 ppm)	8.9	CD	24.0
39.	Estrobilurina 2 (288 ppm)	7.8	CDEF	33.4
40.	Estrobilurina 2 (384 ppm)	6.1	EFGH	47.4
41.	Estrobilurina 2 (480 ppm)	5.0	GHI	57.1
42.	Estrobilurina 2 (960 ppm)	3.3	IJKL	71.7
43.	Estrobilurina 2 (1440 ppm)	3.3	IJKL	71.7
44.	Estrobilurina 3 (50 ppm)	12.8	A	-9.4
45.	Estrobilurina 3 (100 ppm)	11.7	AB	-0.3
46.	Estrobilurina 3 (200 ppm)	11.7	AB	-0.3

47.	Estrobilurina 3 (300 ppm)	10.0	BC	14.3
48.	Estrobilurina 3 (400 ppm)	8.9	CD	24.0
49.	Estrobilurina 3 (500 ppm)	6.7	DEFG	42.9
50.	Estrobilurina 3 (600 ppm)	3.9	HIJK	66.9

¹ Gramos o mililitros de producto comercial

² Valores con la misma letra, dentro de la misma columna son estadísticamente iguales, según Tukey (0.05).

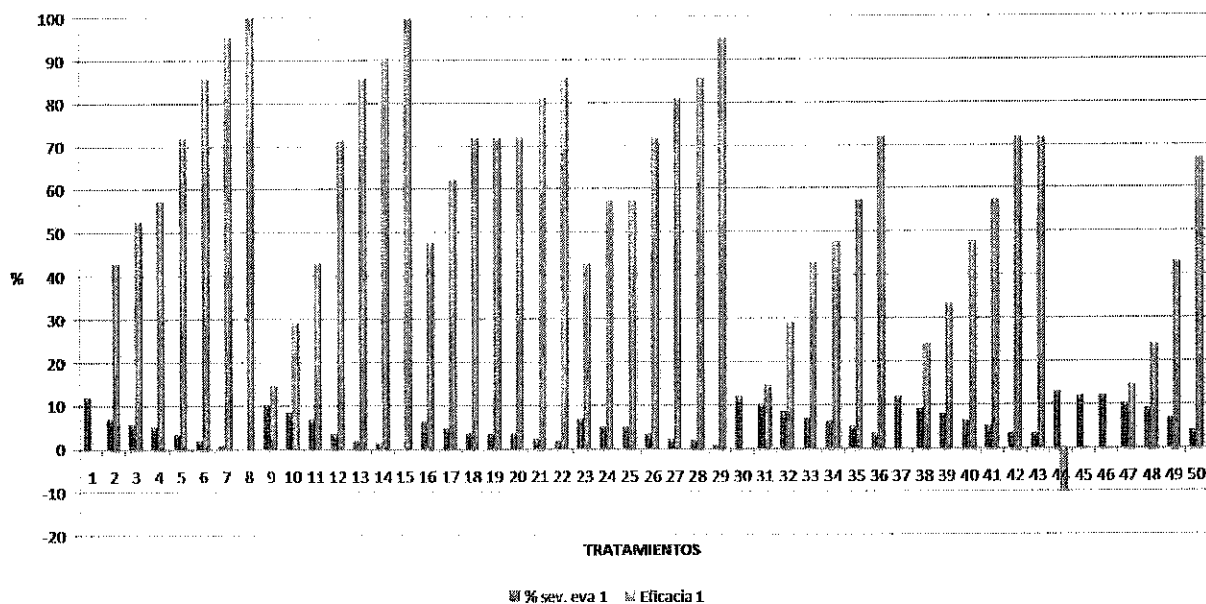


Figura 4. Porcentaje de severidad de la Cepa 1 de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) en la evaluación 1 (05/10/08) y eficacia de los fungicidas evaluados para su control, en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008

5.1.2.3 SEVERIDAD DE LA CENICILLA DE LAS CUCURBITACEAS Y EFICACIA DE LOS FUNGICIDAS EN LA EVALUACION 2

El análisis de varianza llevado a cabo con los datos de porcentaje de infección de la cenicilla de las cucurbitáceas en la **evaluación 2 (12/10/08)** indico diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Apéndice 3), las cuales se validaron en la comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 8), observándose una severidad significativamente menor en donde se aplicaron los fungicidas con respecto al testigo. Los controles **excelentes** se tuvieron en los tratamientos 7,8,12,13,14,15,19, 20, 21, 22, 27,28 y 29 [bupirinato (1000 ppm, 2000), hidróxido cúprico (250, 500, 1000 y 2000 ppm), difenoconazol (200, 400, 600, 800), myclobutanil (320, 400, 480 ppm)] que obtuvieron severidades del 0% lo que obviamente arrojo eficacias del 100%, indicando que la enfermedad se paro por la acción de

los fungicidas. Los controles de aceptables a buenos se alcanzaron en los tratamientos 6,18, 25, 26, 43 y 50 [bupirimato (500 ppm), difenoconazol (150 ppm), myclobutanil (160, 240 ppm), estrobilurina 2 (1440 ppm) y estrobilurina 3 (600 ppm)] ya que solo alcanzaron severidades de 1.7 a 2.8, lo que se tradujo en eficacias del 83.4% al 89.8%. Los controles **aceptables** se obtuvieron en los tratamientos 4, 5,10, 17, 35, 36 y 42 [bupirimato (125, 250 ppm), hidróxido cúprico (62.5 ppm), difenoconazol (100 ppm), estrobilurina 1 (375, 500 ppm) y estrobilurina 2 (960 ppm)] que alcanzaron severidades de 3.3% lo que corresponde a eficacias del 80.2%, mientras que el resto de los tratamientos para esta segunda evaluación tuvieron eficacias menores a las aceptables (Cuadro 8). Todo lo anterior se puede observar gráficamente en la Figura 5.

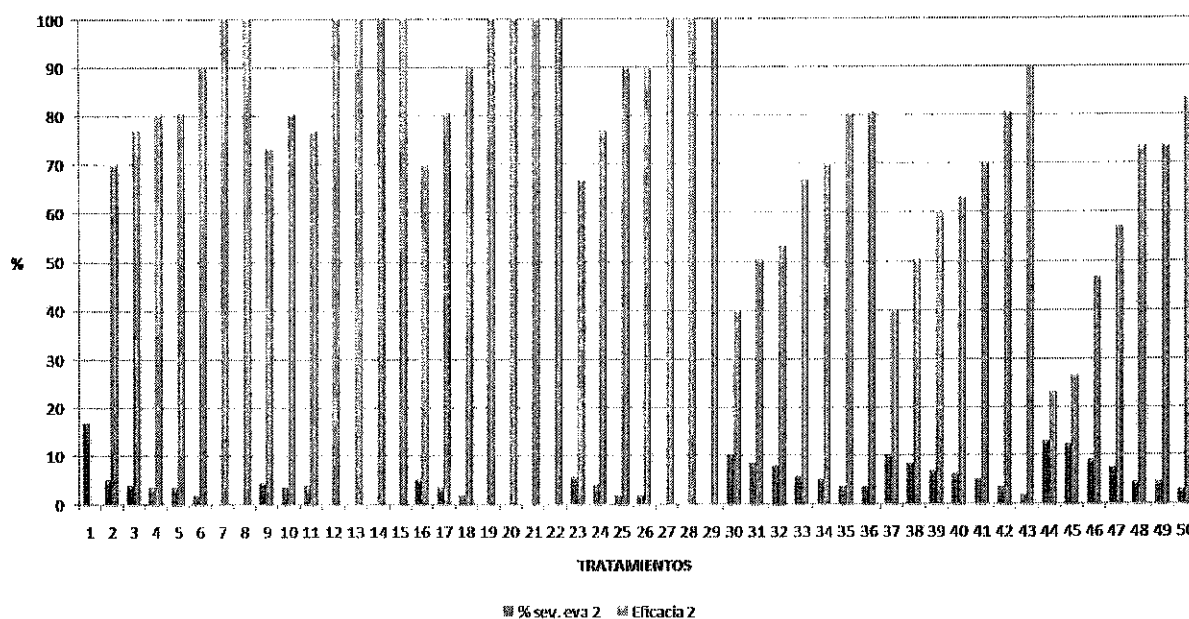
Cuadro 8. Comparación de medias de los porcentajes de infección en la evaluación 2 (12/10/08), para evaluar la efectividad biológica de los fungicidas en el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.

TRATAMIENTOS		SEVERIDAD	SIGNIFICANCIA	EFICACIA ABBOTT (%)
1.	Testigo absoluto	16.6	A	---
2.	Bupirimato (31.25 ppm)	5.0	FGHIJ	69.9
3.	Bupirimato (62.5 ppm)	3.9	HIJK	76.8
4.	Bupirimato (125 ppm)	3.3	IJK	80.2
5.	Bupirimato (250 ppm)	3.3	IJK	80.2
6.	Bupirimato (500 ppm)	1.7	KL	89.8
7.	Bupirimato (1000 ppm)	0.0	L	100.0
8.	Bupirimato (2000 ppm)	0.0	L	100.0
9.	Hidróxido cúprico (31.25 ppm)	4.4	GHIJK	73.3
10.	Hidróxido cúprico (62.5 ppm)	3.3	IJK	80.2
11.	Hidróxido cúprico (125 ppm)	3.9	HIJK	76.8
12.	Hidróxido cúprico (250 ppm)	0.0	L	100.0
13.	Hidróxido cúprico (500 ppm)	0.0	L	100.0
14.	Hidróxido cúprico (1000 ppm)	0.0	L	100.0
15.	Hidróxido cúprico (2000 ppm)	0.0	L	100.0
16.	Difenoconazol (50 ppm)	5.0	FGHIJ	69.9
17.	Difenoconazol (100 ppm)	3.3	IJK	80.2
18.	Difenoconazol (150 ppm)	1.7	KL	89.8
19.	Difenoconazol (200 ppm)	0.0	L	100.0
20.	Difenoconazol (400 ppm)	0.0	L	100.0
21.	Difenoconazol (600 ppm)	0.0	L	100.0
22.	Difenoconazol (800 ppm)	0.0	L	100.0
23.	Myclobutanil (40 ppm)	5.6	EFGHIJ	66.5
24.	Myclobutanil (80 ppm)	3.9	HIJK	76.8
25.	Myclobutanil (160 ppm)	1.7	KL	89.8
26.	Myclobutanil (240 ppm)	1.7	KL	89.8
27.	Myclobutanil (320 ppm)	0.0	L	100.0
28.	Myclobutanil (400 ppm)	0.0	L	100.0
29.	Myclobutanil (480 ppm)	0.0	L	100.0

30.	Estrobilurina 1 (50 ppm)	10.0	BC	39.9
31.	Estrobilurina 1 (100 ppm)	8.3	CDE	50.1
32.	Estrobilurina 1 (150 ppm)	7.8	CDEF	53.3
33.	Estrobilurina 1 (200 ppm)	5.6	EFGHIJ	66.5
34.	Estrobilurina 1 (250 ppm)	5.0	FGHIJ	69.9
35.	Estrobilurina 1 (375 ppm)	3.3	IJK	80.2
36.	Estrobilurina 1 (500 ppm)	3.3	IJK	80.2
37.	Estrobilurina 2 (96 ppm)	10.0	BC	39.9
38.	Estrobilurina 2 (192 ppm)	8.3	CDE	50.1
39.	Estrobilurina 2 (288 ppm)	6.7	DEFGH	59.7
40.	Estrobilurina 2 (384 ppm)	6.1	DEFGHI	63.1
41.	Estrobilurina 2 (480 ppm)	5.0	FGHIJ	69.9
42.	Estrobilurina 2 (960 ppm)	3.3	IJK	80.2
43.	Estrobilurina 2 (1440 ppm)	1.7	KL	89.8
44.	Estrobilurina 3 (50 ppm)	12.8	B	23.0
45.	Estrobilurina 3 (100 ppm)	12.2	B	26.5
46.	Estrobilurina 3 (200 ppm)	8.9	CD	46.7
47.	Estrobilurina 3 (300 ppm)	7.2	CDEFG	56.7
48.	Estrobilurina 3 (400 ppm)	4.4	GHIJK	73.3
49.	Estrobilurina 3 (500 ppm)	4.4	GHIJK	73.3
50.	Estrobilurina 3 (600 ppm)	2.8	JKL	83.4

¹ Gramos o mililitros de producto comercial

² Valores con la misma letra, dentro de la misma columna son estadísticamente iguales, según Tukey (0.05)



5.1.2.4 SEVERIDAD DE LA CENICILLA DE LAS CUCURBITACEAS Y EFICACIA DE LOS FUNGICIDAS EN LA EVALUACION 3

El análisis de varianza llevado a cabo con los datos de porcentaje de infección de la cenicilla de las cucurbitáceas en la **evaluación 3 (19/10/08)** indico diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Apéndice 4), las cuales se corroboraron en la comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 9), observándose una severidad significativamente menor en donde se aplicaron los fungicidas con respecto al testigo. Los controles **excelentes** se tuvieron en los tratamientos 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 28, 29 y 43 [bupirinato (500, 1000, 2000 ppm), hidróxido cúprico (125, 250, 500, 1000, 2000), difenoconazol (100, 150, 200, 400, 600, 800 ppm), myclobutanil (240, 320, 400, 480 ppm) estrobilurina 2 (1440 ppm)] en donde la máxima severidad fue del 0.6% lo que se tradujo en una eficacia del 97.4% al 100%. Los controles **muy buenos** se obtuvieron en los tratamientos 4, 5, 10, 24, 25, 35, 36, 41, 42 y 50 [bupirinato (125, 250 ppm), hidróxido cúprico (62.5 ppm), myclobutanil (80, 160 ppm), estrobilurina 1 (375, 500Nppm), estrobilurina 2 (480, 960 ppm), estrobilurina 3 (600 ppm) que alcanzaron severidades de 1.1 al 1.7% lo que se tradujo en eficacias del 92.2% al 94.8%. Los controles **buenos** se obtuvieron en los tratamientos 3, 9, 16 y 23 [bupirinato (62.5 ppm), hidróxido cúprico (31.25 ppm), difenoconazol (50 ppm) y myclobutanil (40 ppm)] que alcanzaron severidades del 2.2% al 2.8% lo que se tradujo en eficacias del 87.2% al 89.7%. Y por último los controles **aceptables** se obtuvieron en los tratamientos 2, 34, 39, 40 y 49 [bupirinato (31.25 ppm), estrobilurina 1 (250 ppm), estrobilurina 2 (288, 384 ppm), estrobilurina 3 (500 ppm)] donde se alcanzaron severidades del 3.3% lo que correspondió a una eficacia del 84.8%, mientras que el resto de los tratamientos en esta tercera evaluación tuvieron eficacias menores a las aceptables (Cuadro 9). Todo lo anterior se puede observar gráficamente en la Figura 5.

Cuadro 9. Comparación de medias de los porcentajes de infección en la evaluación 3 (19/10/08), para evaluar la efectividad biológica de los fungicidas en el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.

TRATAMIENTOS		SEVERIDAD	SIGNIFICANCIA	EFICACIA ABBOTT (%)
1.	Testigo absoluto	21.7	A	---
2.	Bupirinato (31.25 ppm)	3.3	GHIJK	84.8
3.	Bupirinato (62.5 ppm)	2.8	GHIJK	87.2
4.	Bupirinato (125 ppm)	1.7	IJK	92.2
5.	Bupirinato (250 ppm)	1.7	IJK	92.2
6.	Bupirinato (500 ppm)	0.0	K	100.0
7.	Bupirinato (1000 ppm)	0.0	K	100.0

8.	Bupirinato (2000 ppm)	0.0	K	100.0
9.	Hidróxido cúprico (31.25 ppm)	2.2	HIJK	89.7
10.	Hidróxido cúprico (62.5 ppm)	1.1	JK	94.8
11.	Hidróxido cúprico (125 ppm)	0.0	K	100.0
12.	Hidróxido cúprico (250 ppm)	0.0	K	100.0
13.	Hidróxido cúprico (500 ppm)	0.0	K	100.0
14.	Hidróxido cúprico (1000 ppm)	0.0	K	100.0
15.	Hidróxido cúprico (2000 ppm)	0.0	K	100.0
16.	Difenoconazol (50 ppm)	2.8	GHIJK	87.2
17.	Difenoconazol (100 ppm)	0.0	K	100.0
18.	Difenoconazol (150 ppm)	0.0	K	100.0
19.	Difenoconazol (200 ppm)	0.0	K	100.0
20.	Difenoconazol (400 ppm)	0.0	K	100.0
21.	Difenoconazol (600 ppm)	0.0	K	100.0
22.	Difenoconazol (800 ppm)	0.0	K	100.0
23.	Myclobutanil (40 ppm)	2.2	HIJK	89.7
24.	Myclobutanil (80 ppm)	1.7	IJK	92.2
25.	Myclobutanil (160 ppm)	1.1	JK	94.8
26.	Myclobutanil (240 ppm)	0.0	K	100.0
27.	Myclobutanil (320 ppm)	0.0	K	100.0
28.	Myclobutanil (400 ppm)	0.0	K	100.0
29.	Myclobutanil (480 ppm)	0.0	K	100.0
30.	Estrobilurina 1 (50 ppm)	8.9	BCD	59.1
31.	Estrobilurina 1 (100 ppm)	7.2	CDEF	66.6
32.	Estrobilurina 1 (150 ppm)	5.6	DEFGH	74.3
33.	Estrobilurina 1 (200 ppm)	5.0	EFGHI	76.9
34.	Estrobilurina 1 (250 ppm)	3.3	GHIJK	84.8
35.	Estrobilurina 1 (375 ppm)	1.7	IJK	92.2
36.	Estrobilurina 1 (500 ppm)	1.7	IJK	92.2
37.	Estrobilurina 2 (96 ppm)	8.9	BCD	58.9
38.	Estrobilurina 2 (192 ppm)	4.4	FGHIJ	79.5
39.	Estrobilurina 2 (288 ppm)	3.3	GHIJK	84.8
40.	Estrobilurina 2 (384 ppm)	3.3	GHIJK	84.8
41.	Estrobilurina 2 (480 ppm)	1.7	IJK	92.2
42.	Estrobilurina 2 (960 ppm)	1.7	IJK	92.2
43.	Estrobilurina 2 (1440 ppm)	0.6	K	97.4
44.	Estrobilurina 3 (50 ppm)	11.7	B	46.0
45.	Estrobilurina 3 (100 ppm)	10.0	BC	53.8
46.	Estrobilurina 3 (200 ppm)	8.3	BCDE	61.7
47.	Estrobilurina 3 (300 ppm)	6.1	DEFG	71.7
48.	Estrobilurina 3 (400 ppm)	5.0	EFGHI	76.9
49.	Estrobilurina 3 (500 ppm)	3.3	GHIJK	84.8
50.	Estrobilurina 3 (600 ppm)	1.7	IJK	92.2

¹ Gramos o mililitros de producto comercial

² Valores con la misma letra, dentro de la misma columna son estadísticamente iguales, según Tukey (0.05)

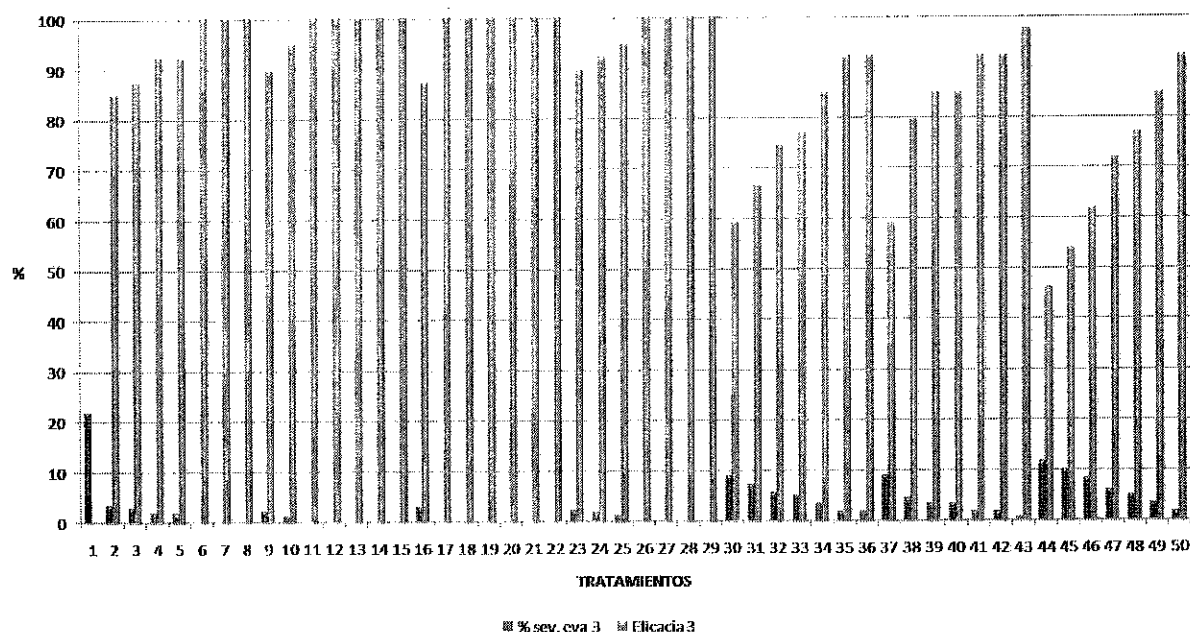


Figura 6. Porcentaje de severidad de la Cepa 1 de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) en la evaluación 3 (19/10/08) y eficacia de los fungicidas evaluados para su control, en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008

5.1.2.5 SEVERIDAD DE LA CENICILLA DE LAS CUCURBITACEAS Y EFICACIA DE LOS FUNGICIDAS EN LA EVALUACION 4

El análisis de varianza efectuado con los datos de porcentaje de infección de la cenicilla de las cucurbitáceas en la **evaluación 4 (26/10/08)** indico diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Apéndice 5), las cuales se verificaron en la comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 10), observándose una severidad significativamente menor en donde se aplicaron los fungicidas con respecto al testigo. Los controles **excelentes** se tuvieron en los tratamientos 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 43 y 50 [bupirimato (250, 500, 1000, 2000 ppm), hidróxido cúprico (31.25, 62.5, 125, 250, 500, 1000, 2000 ppm), difenoconazol (50, 100, 150, 200, 400, 600, 800 ppm), myclobutanil (80, 160, 240, 320, 400, 480 ppm), estrobilurina 2 (1440 ppm), estrobilurina 3 (600 ppm)] donde la máxima severidad fue de 1.1% por o que se tuvieron eficacias del 96.0% al 100%, Los tratamientos **muy buenos** fueron 3, 4, 23, 34, 35, 36, 41, 42 y 49 [bupirimato (62.5, 125 ppm), myclobutanil (40 ppm), estrobilurina 1 (250, 375, 500 ppm), estrobilurina 2 (480, 960 ppm), estrobilurina 3 (500 ppm)] donde se alcanzaron severidades de 1.7% a 2.2% lo que se tradujo en eficacias de 92.1 a 94.0%. Los tratamientos con **buenos** controles fueron 2, 32, 33 y 40 [bupirimato

(31.25 ppm), estrobilurina 1 (150, 200 ppm), estrobilurina 2 (384 ppm)] donde la severidad que se alcanzo fue de 3.35 por lo que la eficacia fue del 88.4%, y por último los controles **aceptables** se obtuvieron en los tratamientos 31, 38, 39, 47 y 48 [estrobilurina 1 (100 ppm), estrobilurina 2 (192, 288 ppm), estrobilurina 3 (300, 400 ppm)] donde la severidad estuvo entre el 4.4 y 5.6 % lo que se tradujo en eficacias de 80.4 a 84.4%, mientras que el resto de los tratamientos para esta última evaluación tuvieron eficacias menores a las aceptables (Cuadro 10). Lo anterior se puede observar claramente en la Figura 7.

Cuadro 10. Comparación de medias de los porcentajes de infección en la evaluación 4 (26/10/08), para evaluar la efectividad biológica de los fungicidas en el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.

TRATAMIENTOS		SEVERIDAD	SIGNIFICANCIA	EFICACIA ABBOTT (%)
1.	Testigo absoluto	28.4	A	---
2.	Bupirinato (31.25 ppm)	3.3	CDEFGH	88.4
3.	Bupirinato (62.5 ppm)	1.7	EFGH	94.0
4.	Bupirinato (125 ppm)	1.7	EFGH	94.0
5.	Bupirinato (250 ppm)	0.0	H	100.0
6.	Bupirinato (500 ppm)	0.0	H	100.0
7.	Bupirinato (1000 ppm)	0.0	H	100.0
8.	Bupirinato (2000 ppm)	0.0	H	100.0
9.	Hidróxido cúprico (31.25 ppm)	1.1	FGH	96.0
10.	Hidróxido cúprico (62.5 ppm)	0.0	H	100.0
11.	Hidróxido cúprico (125 ppm)	0.0	H	100.0
12.	Hidróxido cúprico (250 ppm)	0.0	H	100.0
13.	Hidróxido cúprico (500 ppm)	0.0	H	100.0
14.	Hidróxido cúprico (1000 ppm)	0.0	H	100.0
15.	Hidróxido cúprico (2000 ppm)	0.0	H	100.0
16.	Difenoconazol (50 ppm)	1.1	FGH	96.0
17.	Difenoconazol (100 ppm)	0.0	H	100.0
18.	Difenoconazol (150 ppm)	0.0	H	100.0
19.	Difenoconazol (200 ppm)	0.0	H	100.0
20.	Difenoconazol (400 ppm)	0.0	H	100.0
21.	Difenoconazol (600 ppm)	0.0	H	100.0
22.	Difenoconazol (800 ppm)	0.0	H	100.0
23.	Myclobutanil (40 ppm)	2.2	DEFGH	92.1
24.	Myclobutanil (80 ppm)	0.0	H	100.0
25.	Myclobutanil (160 ppm)	0.0	H	100.0
26.	Myclobutanil (240 ppm)	0.0	H	100.0
27.	Myclobutanil (320 ppm)	0.0	H	100.0
28.	Myclobutanil (400 ppm)	0.0	H	100.0
29.	Myclobutanil (480 ppm)	0.0	H	100.0
30.	Estrobilurina 1 (50 ppm)	6.1	CD	78.4
31.	Estrobilurina 1 (100 ppm)	4.4	CDEFG	84.4
32.	Estrobilurina 1 (150 ppm)	3.3	CDEFGH	88.4
33.	Estrobilurina 1 (200 ppm)	3.3	CDEFGH	88.4

34.	Estrobilurina 1 (250 ppm)	2.2	DEFGH	92.1
35.	Estrobilurina 1 (375 ppm)	1.7	EFGH	94.0
36.	Estrobilurina 1 (500 ppm)	1.7	EFGH	94.0
37.	Estrobilurina 2 (96 ppm)	7.2	BC	74.5
38.	Estrobilurina 2 (192 ppm)	5.6	CDE	80.4
39.	Estrobilurina 2 (288 ppm)	4.4	CDEFG	84.4
40.	Estrobilurina 2 (384 ppm)	3.3	CDEFGH	88.4
41.	Estrobilurina 2 (480 ppm)	1.7	EFGH	94.0
42.	Estrobilurina 2 (960 ppm)	1.7	EFGH	94.0
43.	Estrobilurina 2 (1440 ppm)	0.6	GH	98.0
44.	Estrobilurina 3 (50 ppm)	11.1	B	60.9
45.	Estrobilurina 3 (100 ppm)	7.2	BC	74.5
46.	Estrobilurina 3 (200 ppm)	6.7	C	76.4
47.	Estrobilurina 3 (300 ppm)	5.0	CDEF	82.4
48.	Estrobilurina 3 (400 ppm)	5.0	CDEF	82.4
49.	Estrobilurina 3 (500 ppm)	2.2	DEFGH	92.1
50.	Estrobilurina 3 (600 ppm)	1.1	FGH	96.0

¹ Gramos o mililitros de producto comercial

² Valores con la misma letra, dentro de la misma columna son estadísticamente iguales, según Tukey (0.05)

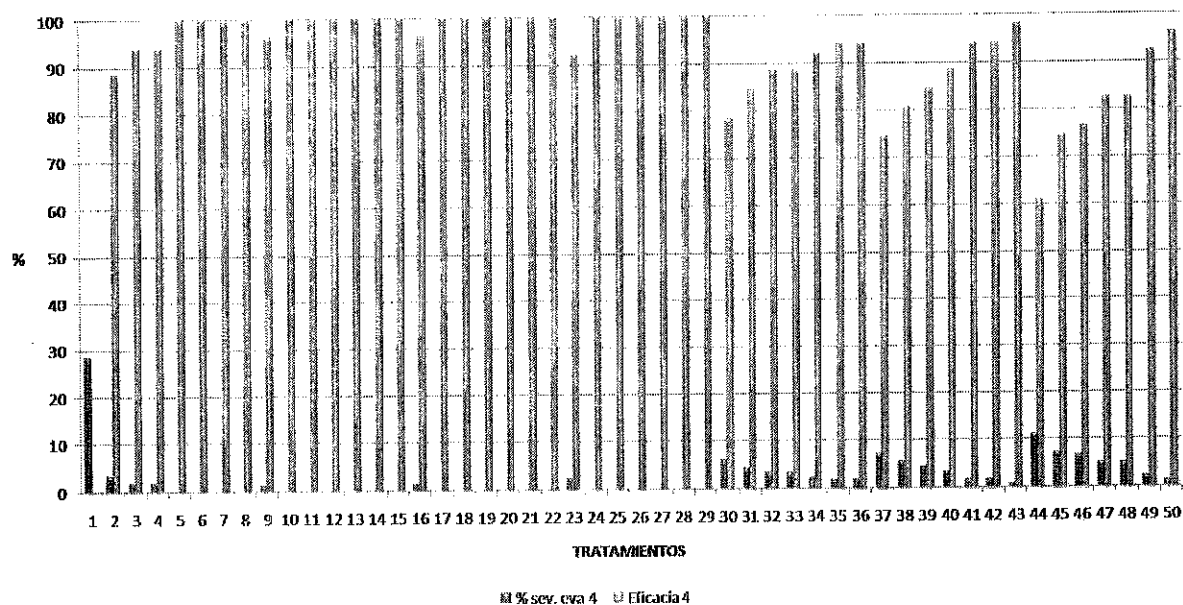


Figura 7. Porcentaje de severidad de la Cepa 1 de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) en la evaluación 4 (26/10/08) y eficacia de los fungicidas evaluados para su control, en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008

El comportamiento del bupirinato fue bueno desde la primera aplicación alcanzando eficacias aceptables (arriba del 80%) en la primera evaluación en los tratamientos 6 a 8 y continuo mejorando ya que para la segunda evaluación los controles aceptables se mostraron en los tratamientos 4 a 8 y para las dos últimas evaluaciones se obtuvieron controles aceptables desde las dosis más bajas, es decir en los tratamientos 2 a 8, esto se puede deber a que además de ser un producto de reciente introducción actúa de tres formas que son: sistémica, traslaminar y fumigante, lo que le permite ser absorbido por el hongo e inhibir la enzima adenosina-deaminasa (ADA-asa), la cual está involucrada en la síntesis de ácidos nucleicos dentro de las células fungosas (BRAVO, 2007). Pero hay que tener en cuenta que este producto ha desarrollado ya resistencia en otros países tal como lo menciona O'Brien *et al.*, 1988 y más recientemente FRAG-UK, 2009 por lo que se sugiere hacer un uso adecuada de este para conservar su excelente eficacia mostrada en este estudio.

El hidróxido cúprico al igual que el bupirinato presento eficacias muy buenas, debido a su modo de acción ya que al liberar pequeñas cantidades de cobre metálico al contacto con el agua, su capacidad de quelación, le permite desplazar a otros minerales esenciales para el desarrollo del tubo germinativo y el apresorio de todo conidio que pudiera encontrarse sobre la superficie de la planta, lo que lo convierte en un excelente producto (BRAVO, 2009). Además como sabemos la mayoría de los productos a base de cobre aun mantienen controles excelentes a pesar de que son muy viejos debido a que su modo de acción no es específico como sucede en otros fungicidas, razón por la cual los cobres son considerados de bajo riesgo de desarrollo de resistencia (FRAG-UK, 2009; Damicone and Smith, 2008; Brent and Hollomon, 2007).

El difenoconazol por su parte además de presentar eficacias de aceptables a buenas desde la primera evaluación, para las dos últimas evaluaciones su comportamiento fue excelente a todas las dosis probadas con eficacias del 96 al 100% en todos los tratamientos después de tres aplicaciones, lo cual no es raro debido a las características del producto, el cual es de rápida penetración y lenta sistemicidad pero con acción traslaminar, lo que permite una distribución durable y uniforme de las aéreas tratadas (SYNGENTA, 2009).

El producto myclobutanil de igual forma mostro eficacias aceptables desde la primera evaluación a partir de los tratamientos 27 a 29 y fue mejorando, este comportamiento muy probablemente se deba a que

es un triazol sistémico curativo y protectante que presenta buenos controles sobre cenicillas en general ya que es un fungicida que actúa inhibiendo la biosíntesis del ergosterol, por lo que pertenece a la clase de los fungicidas llamados inhibidores de la biosíntesis del esterol (SBIs), inhibiendo principalmente la etapa de dimetilación C14 en la ruta biosintética del esterol (DOWAGRO, 2009). Bains, *et al.*, 1999 menciona que el myclobutanil es un producto que muestra controles excelentes sobre la cenicilla de las cucurbitáceas por lo que fácilmente obtuvo su registro para el control de este en Canada, además de presentar mejores controles postinfección que las estrobilurinas según estudios realizados por Hoffman and Wilcox, 2003.

La estrobilurinas 1, 2 y 3 mostraron eficacias muy bajas desde la primera evaluación en comparación con el resto de los fungicidas empleados, una aplicación podría ser, que a pesar de todas sus bondades y novedoso modo de acción, en la actualidad están teniendo problemas de efectividad, ya que muy probablemente puede haber indicios de pérdida de sensibilidad del patógeno a estas moléculas, tal como ha sucedido progresivamente en otros países según: Brent and Hollomon, 2007; Damicone and Smith, 2008; FRAG-UK, 2009; Ishii *et al.*, 2001.

Otra explicación que se puede tener sobre las bajas eficacias de estos fungicidas, puede ser la misma encontrado por Hoffman and Wilcox, 2003, donde al probar diferentes tiempos de aplicación de estrobilurinas después de la inoculación, encontró que dependiendo de la temperatura y humedad lo que principalmente determina el desarrollo de las lesiones, el control disminuye considerablemente al tener abundantes lesiones por lo que se recomienda aplicar dichos productos cuando aun no se encuentra esporulando en gran cantidad, ya que tienen menor efecto post infección que el myclobutanil como lo sugieren estudios realizados en campo por Hoffman and Wilcox, 2002 y estudios previos realizados en invernadero Hoffman and Wilcox, 2003.

5.1.3 SENSIBILIDAD DE *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) A LOS DIFERENTES FUNGICIDAS

El análisis de varianza realizado con los datos de EC50 de los diferentes productos para el control de la cenicilla de las cucurbitáceas de la cepa proveniente de Texcoco, Estado de México, indico diferencias significativas entre los fungicidas evaluados (Apéndice 11), las cuales se verificaron en la comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 11). La clasificación del desempeño de los fungicidas contra

Podosphaera xanthii (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll. según lo indicado por el valor de la media EC_{50} para la cepa, de Texcoco, Estado de México, de menor a mayor fue: difenoconazol > bupirinato > myclobutanil > hidróxido cúprico > estrobilurina 1 > estrobilurina 2 > estrobilurina 3 (Cuadro 11), indicando que la pérdida de sensibilidad mayor (mayor riesgo) o desarrollo de resistencia se presenta en el orden siguiente: estrobilurina 3 > estrobilurina 2 > estrobilurina 1 > hidróxido cúprico > myclobutanil > bupirinato > difenoconazol, por lo que se debe tener mayor cuidado en el manejo de las estrobilurinas, ya que son el grupo con mayores problemas relacionados con el rápido desarrollo de resistencia (Brent and Hollomon, 2007; Damicone and Smith, 2008; FRAG-UK, 2009; Ishii et al., 2001).

Cuadro 11. Comparación de las EC para cada uno de los fungicidas evaluados para el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.

FUNGICIDA	EC50	SIGNIFICANCIA
Difenoconazol	45.97	D
Bupirinato	59.82	D
Myclobutanil	69.72	D
Hidróxido cúprico	147.6	CD
Estrobilurina 1	274.93	C
Estrobilurina 2	507.16	B
Estrobilurina 3	714.35	A

Lo anterior se corroboró con la comparación de la media general de las EC's donde se observó la misma tendencia, indicando que la pérdida de sensibilidad mayor para esta cepa y por tanto el riesgo mayor de desarrollo de resistencia lo presentan las estrobilurinas (Cuadro 12).

Cuadro 12. Comparación de la media general de las EC para cada uno de los fungicidas evaluados para el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.

EC	Difenoconazol	Bupirinato	Myclobutanil	Hidróxido cúprico	Estrobilurina 1	Estrobilurina 2	Estrobilurina 3
EC 10	1.13	3.71	7.43	20.77	64.5	91.03	106.98
EC 20	4.04	9.71	15.94	40.26	106.41	162.62	208.28
EC 30	10.08	19.42	27.62	64.89	152.67	247.12	336.71
EC 40	22.02	35.09	44.18	97.58	207.83	353.33	507.59
EC 50	45.68	61.06	68.54	142.86	277.27	493.53	744.95
EC 60	94.78	106.05	106.33	209.16	369.92	689.36	1093.3
EC 70	206.92	191.64	170.09	314.49	503.57	985.64	1648.13
EC 80	516.02	383.02	294.76	506.89	722.48	1497.74	2664.45
EC 90	1832.47	1000.62	631.84	982.66	1191.88	2675.76	5187.05
EC 99	39222.21	10197.22	3991.32	4868.6	3997.67	10881.33	25961.48

5.1.4 COMPORTAMIENTO DE LA FITOTOXICIDAD SOBRE LOS TRATAMIENTOS

De acuerdo a la escala porcentual propuesta por la European Weed Research Society en todos los fungicidas a las dosis más elevadas se presentaron síntomas muy ligeros de fitotoxicidad [tratamientos 8, 15, 22, 29, 36, 43 y 50] (Cuadro 13), lo que representaría un daño sobre el cultivo del 1.1-3.5%, siendo los síntomas más representativos la clorosis, el moteado, la deformación de hojas y ligeros mosaicos, mostrándose dicha fitotoxicidad solo un poco más marcada en los fungicidas myclobutanil, hidróxido cúprico, difenoconazol y bupirinato donde se presentaron de igual forma los mismos síntomas en las penúltimas dosis [tratamientos 7, 14, 21 y 28], en contraste con los demás fungicidas en donde solo se presentaron algunos síntomas exclusivamente a la dosis más elevada. Los síntomas de fitotoxicidad anteriormente descritos pudieron haber sido inducidos por los fungicidas ya que los tratamiento en donde se observo fitotoxicidad corresponde a las dosis más elevadas en cuanto a cantidad de ingrediente activo y además hay que tomar en consideración que esta evaluación se realizó después de 3 aplicaciones a intervalos de 7 días cada una.

Cuadro 13. Datos correspondientes a la evaluación de fitotoxicidad para cada uno de los fungicidas evaluados para el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.

DOSIS	Difenoconazol	Bupirinato	Myclobutanil	Hidróxido cúprico	Estrobilurina 1	Estrobilurina 2	Estrobilurina 3
1	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto
2	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto
3	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto
4	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto
5	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto
6	Síntomas muy ligeros	Síntomas muy ligeros	Síntomas muy ligeros	Síntomas muy ligeros	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto
7	Síntomas ligeros	Síntomas muy ligeros	Síntomas muy ligeros	Síntomas muy ligeros	Síntomas muy ligeros	Síntomas muy ligeros	Síntomas muy ligeros
T	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto

5.2 CEPA DOS CUAUTLA, MORELOS

5.2.1 IDENTIFICACION DE LA CEPA

Morfometría de las estructuras asexuales

En la muestra colectada proveniente de Cuautla, Morelos, la fase asexual correspondió al género *Oidium* (Barnett y Hunter, 1972; Yarwood, 1973; Ballantyne, 1975). El micelio es superficial y hialino con un diámetro promedio de 7.6µm. Conidióforos simples rectos y con los márgenes crenados, constituidos por 1-4 células predominando aquellos con tres células, cadenas de conidios de 2 a 8. La longitud promedio del conidióforo fue de 81.8µm; su célula basal fue recta, cilíndrica, sin hinchamiento con una longitud promedio de 71.6µm y un diámetro en su parte media de 13.1µm. Los conidios fueron predominantemente oviodes, pero ocasionalmente alargados o en forma de barril que midieron en promedio 28.7µm de largo y 17.3µm de diámetro, todos ellos con cuerpos de fibrosina en su interior, principal característica morfológica que separa a *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) de *Golovinomyces cichoracearum* (DC.) V.P. Heluta (Syn. *Erysiphe cichoracearum* DC.) según Clare (1958); Junell (1966); Ballantyne (1975); Hammett (1977); Braun 1987, 1995). Tubo germinativo corto, con un diámetro en su parte media fue de 6.7µm

que se origina en la mayoría de los casos de la parte media del conidio, y en ocasiones se orienta un poco más hacia los polos o se bifurca característica que complementa la identificación de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) de acuerdo con Ballantyne (1975) y CABI, 2007.

El tipo, forma y dimensiones de los conidióforos y conidios, así como la formación de tubos germinativos cortos, robustos y algunas veces bifurcados (Boesewinkel, 1980; Hammett, 1977; Hyeon-Dong and Yong-Joon, 1993; Reifschneider *et al.*, 1985; Vanhaarveld, 1984; Zaracovitis, 1965; Zitter *et al.*, 1996) indican que en ambas cepas provenientes de Texcoco, Estado de México y Cuautla, Morelos corresponden a *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll), tal como se confirmó al observar la presencia de los márgenes crenados en los conidióforos lo que representan una característica taxonómica estable en la identificación así como la presencia de cuerpos de fibrosina en los conidios que reafirman y validan claramente la identificación.

Los resultados de la presente investigación difieren con la mayoría de las publicaciones previas donde se indica a *Golovinomyces cichoracearum* (DC.) V.P. Heluta (Syn. *Erysiphe cichoracearum* DC.) como el agente causal de la cenicilla de las cucurbitáceas, pero coinciden con los resultados de Félix-Gastélum *et al.*, 2005, Félix-Gastélum *et al.*, 2007 y más recientemente con Yañez, *et al.*, 2009.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, así como las recientes publicaciones sugieren que probablemente anteriormente el agente causal de la cenicilla de las cucurbitáceas era *Erysiphe cichoracearum* pero que en años recientes esta especie ha sido total o parcialmente desplazada sobre las cucurbitáceas como ha sucedido en otras áreas productoras de cucurbitáceas del mundo (Zitter, *et al.*, 1996). No obstante, no se puede descartar que en el pasado se haya confundido a *Erysiphe cichoracearum* con *Podosphaera xanthii*, debido a que ambas especies son muy parecidas en su fase asexual ya que la identificación se hacía principalmente con el anamórfico ya que es más abundante y fácil de encontrar. Además hay que tomar en cuenta la falta de interés en la correcta identificación de estos patógenos además de que los criterios para separar a ambas especies mediante características asexuales, se definieron hasta hace algunos años (Boesewinkel, 1980; Hyeon-Dong and Yong-Joon, 1993).

Cuadro 14. Dimensiones (μm) de las estructuras de origen asexual de la cenicilla de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)) proveniente de Cuautla, Morelos, en calabaza (*Cucurbita pepo* L. 1753 var. Grey Zucchini) bajo invernadero, en Texcoco, Estado de México.

Micelio	Conidióforo	Célula basal del conidióforo		Conidios		Tubo germinativo
Diámetro	Longitud	Longitud	Diámetro	Longitud	Diámetro	Diámetro
5.7-8.7 ^x	73.8-96.0	62.3-96	11.6-15.0	23.4-36	15.4-20	5.0-8.3
7.6 ^y	81.8	71.6	13.1	28.7	17.3	6.7
0.9 ^z	7.9	12.0	1.5	3.6	1.5	1.1

^x Longitudes máximas y mínimas de las estructuras

^y Promedio de 50 medidas para cada estructura de cada muestra

^z Desviación estándar

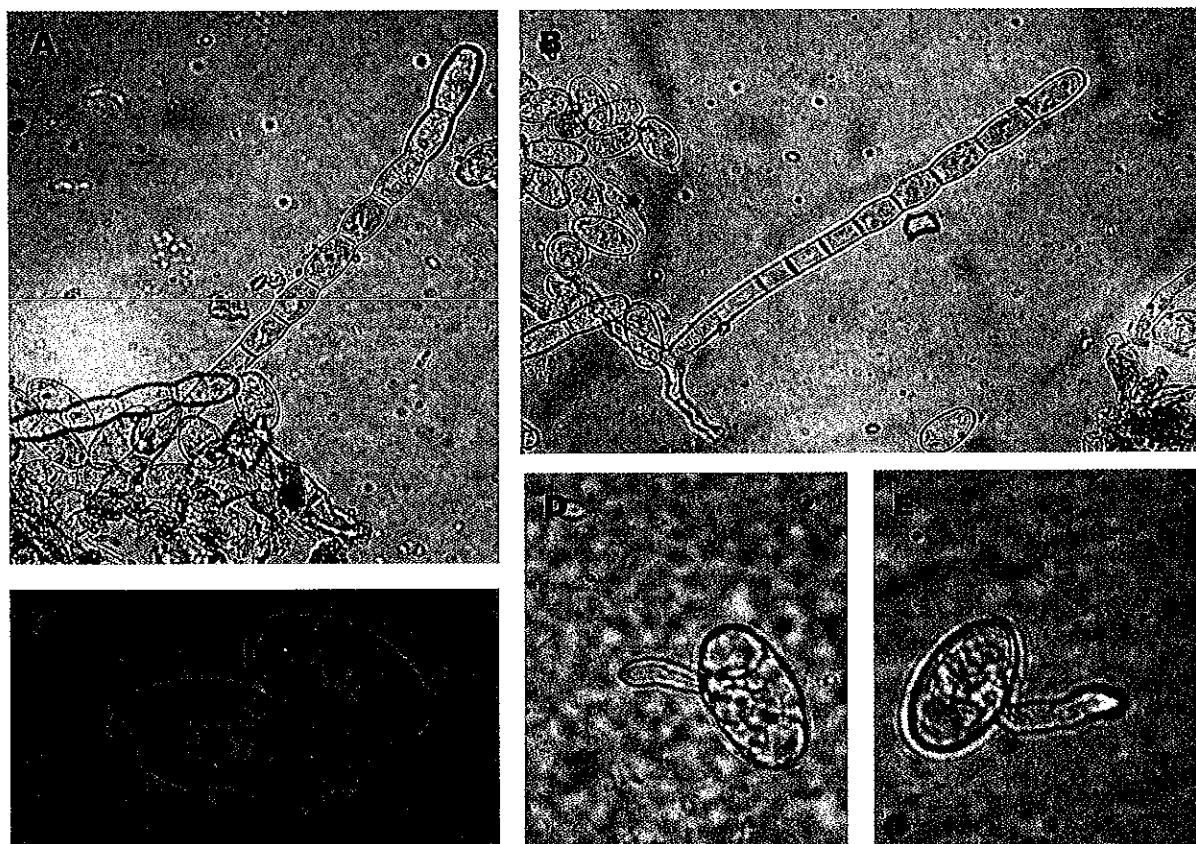


Figura 8 Morfología de conidios de *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll. Microscopia de luz. A y B) Conidióforos simples rectos y con los márgenes crenados, C) conidios ovales con cuerpos de fibrosina en una preparación de KOH al 3%, D y E) conidios germinados.

Microscopia electrónica de barrido (MEB)

La superficie de la pared de los conidios fue lisa, ocasionalmente con ligeras ondulaciones al igual que la superficie de la parte terminal de estos, es decir la ubicación del septo que separa a los conidios

cuando forman cadenas. Por otro lado los conidios deshidratados presentaron un arrugamiento que origina líneas longitudinales muy marcadas y en algunas ocasiones transversales (Figura 9), lo que concuerda con Félix-Gastélum, *et al.*, (2005) y Félix-Gastélum, *et al.*, (2007) confirmándose completamente de esta forma que se trata de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll).

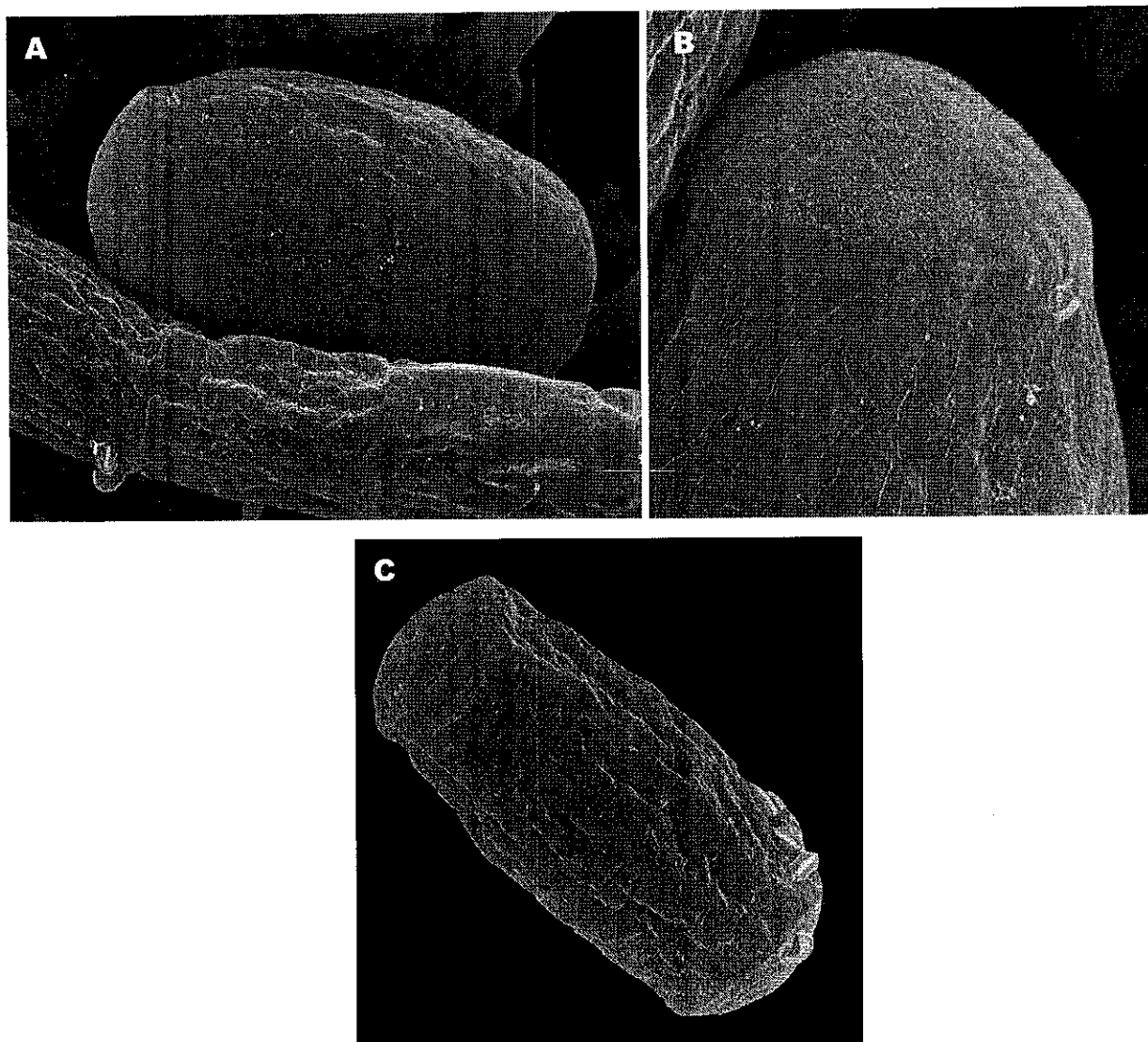


Figura 9. Morfología de conidios de *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll. Microscopia electrónica de barrido. A) Pared lisa del conidio, B) parte terminal del mismo lisa, C) conidio deshidratado con ondulaciones longitudinales y transversales.

5.2.2 COMPORTAMIENTO DE LA ENFERMEDAD Y DE LOS FUNGICIDAS EVALUADOS

5.2.2.1 PREEVALUACION

El análisis de varianza de los datos de porcentaje de infección de la cenicilla en el cultivo de calabacita obtenidos en la preevaluación (25/03/09), no mostro diferencias significativas entre las plantas donde se distribuyeron los 56 tratamientos (Apéndice 6), lo anterior se corroboró al realizar la comparación de medias de Tukey (0.05), lo cual indico que la variación de la infección en las parcelas no fue significativa y por lo tanto el experimento se realizo bajo condiciones homogéneas (Cuadro15).

Cuadro 15. Comparación de medias de los porcentajes de infección en la preevaluación (25/03/09), para evaluar la efectividad biológica de los fungicidas en el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Sniishkofi (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2009.

TRATAMIENTOS		SEVERIDAD	SIGNIFICANCIA	EFICACIA ABBOTT (%)
1.	Testigo absoluto	13.3	A ²	--
2.	Difenoconazol (50 ppm)	11.7	A	--
3.	Difenoconazol (100 ppm)	10.5	A	--
4.	Difenoconazol (150 ppm)	13.3	A	--
5.	Difenoconazol (200 ppm)	12.2	A	--
6.	Difenoconazol (400 ppm)	11.7	A	--
7.	Difenoconazol (600 ppm)	13.3	A	--
8.	Difenoconazol (800 ppm)	13.3	A	--
9.	Myclobutanil (40 ppm)	14.4	A	--
10.	Myclobutanil (80 ppm)	12.2	A	--
11.	Myclobutanil (160 ppm)	13.3	A	--
12.	Myclobutanil (240 ppm)	12.8	A	--
13.	Myclobutanil (320 ppm)	13.3	A	--
14.	Myclobutanil (400 ppm)	13.3	A	--
15.	Myclobutanil (480 ppm)	12.8	A	--
16.	Azoxystrobin + clorotalonil (300 + 30 ppm)	15	A	--
17.	Azoxystrobin + clorotalonil (600 + 60 ppm)	15	A	--
18.	Azoxystrobin + clorotalonil (1200 + 120 ppm)	12.2	A	--
19.	Azoxystrobin + clorotalonil (1500 + 150 ppm)	12.2	A	--
20.	Azoxystrobin + clorotalonil (1800 + 180 ppm)	13.9	A	--
21.	Azoxystrobin + clorotalonil (2400 + 240 ppm)	13.4	A	--
22.	Azoxystrobin + clorotalonil (3000 + 300 ppm)	13.9	A	--
23.	Estrobilurina 1 (50 ppm)	16.1	A	--
24.	Estrobilurina 1 (100 ppm)	14.4	A	--
25.	Estrobilurina 1 (150 ppm)	12.2	A	--
26.	Estrobilurina 1 (200 ppm)	13.3	A	--
27.	Estrobilurina 1 (250 ppm)	14.4	A	--
28.	Estrobilurina 1 (375 ppm)	14.4	A	--
29.	Estrobilurina 1 (500 ppm)	14.4	A	--

30.	Estrobilurina 2 (96 ppm)	14.4	A	--
31.	Estrobilurina 2 (192 ppm)	12.2	A	--
32.	Estrobilurina 2 (288 ppm)	13.3	A	--
33.	Estrobilurina 2 (384 ppm)	12.8	A	--
34.	Estrobilurina 2 (480 ppm)	13.3	A	--
35.	Estrobilurina 2 (960 ppm)	17.7	A	--
36.	Estrobilurina 2 (1440 ppm)	13.9	A	--
37.	Estrobilurina 3 (50 ppm)	13.9	A	--
38.	Estrobilurina 3 (100 ppm)	15	A	--
39.	Estrobilurina 3 (200 ppm)	11.1	A	--
40.	Estrobilurina 3 (300 ppm)	10.5	A	--
41.	Estrobilurina 3 (400 ppm)	13.9	A	--
42.	Estrobilurina 3 (500 ppm)	12.2	A	--
43.	Estrobilurina 3 (600 ppm)	13.3	A	--

¹ Gramos o mililitros de producto comercial

² Valores con la misma letra, dentro de la misma columna son estadísticamente iguales, según Tukey (0.05)

5.2.2.2 SEVERIDAD DE LA CENICILLA DE LAS CUCURBITACEAS Y EFICACIA DE LOS FUNGICIDAS EN LA EVALUACION 1

El análisis de varianza realizado con los datos de porcentaje de infección de la cenicilla de las cucurbitáceas en la **evaluación 1 (01/04/09)** indico diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Apéndice 7), las cuales se verificaron en la comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 16), observándose una severidad significativamente menor en donde se aplicaron los fungicidas con respecto al testigo. Un control **muy bueno** se obtuvo en el tratamiento 8 [difenoconazol (800 ppm)] donde se tuvo una severidad del 1.7 % lo que se tradujo en una eficacia del 91.7%, un **buen** control se obtuvo en el tratamiento 15 [myclobutanil (480 ppm)] donde la severidad alcanzo el 2.2% de severidad lo que nos arrojó una eficacia del 89.1% y por último los controles **aceptables** se obtuvieron en los tratamientos 7 y 14 [difenoconazol (600 ppm), myclobutanil (400ppm)] en los cuales la severidad alcanzo el 3.9% lo que se tradujo en una eficacia de 81.2%, mientras que el resto de los tratamientos para esta primera evaluación tuvieron eficacias menores a las aceptables (Cuadro 16). Lo anterior se describe gráficamente en la Figura 10.

Cuadro 16. Comparación de medias de los porcentajes de infección en la evaluación 1 (01/04/09), para evaluar la efectividad biológica de los fungicidas en el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2009.

TRATAMIENTOS		SEVERIDAD	SIGNIFICANCIA	EFICACIA ABBOTT (%)
1.	Testigo absoluto	20.5	BCDEFG	---
2.	Difenoconazol (50 ppm)	17.2	DEFGHIJK	16.1

3.	Difenoconazol (100 ppm)	13.9	IJKLMNOP	32.5
4.	Difenoconazol (150 ppm)	11.7	KLMNOPQ	43.0
5.	Difenoconazol (200 ppm)	9.4	NOPQR	54.1
6.	Difenoconazol (400 ppm)	8.9	OPQR	56.8
7.	Difenoconazol (600 ppm)	3.9	RS	81.2
8.	Difenoconazol (800 ppm)	1.7	S	91.7
9.	Myclobutanil (40 ppm)	20	BCDEFGH	2.6
10.	Myclobutanil (80 ppm)	18.9	CDEFGHI	8.1
11.	Myclobutanil (160 ppm)	13.4	IJKLMNOP	34.9
12.	Myclobutanil (240 ppm)	10.6	MNOPQ	48.5
13.	Myclobutanil (320 ppm)	8.3	PQR	59.4
14.	Myclobutanil (400 ppm)	3.9	RS	81.2
15.	Myclobutanil (480 ppm)	2.2	S	89.1
16.	Azoxystrobin + clorotalonil (300 + 30 ppm)	16.7	EFGHIJKL	18.8
17.	Azoxystrobin + clorotalonil (600 + 60 ppm)	16.7	EFGHIJKL	18.8
18.	Azoxystrobin + clorotalonil (1200 + 120 ppm)	14.5	HIJKLMNO	29.5
19.	Azoxystrobin + clorotalonil (1500 + 150 ppm)	12.8	JKLMNOP	37.8
20.	Azoxystrobin + clorotalonil (1800 + 180 ppm)	11.1	LMNOPQ	45.8
21.	Azoxystrobin + clorotalonil (2400 + 240 ppm)	8.9	OPQR	56.8
22.	Azoxystrobin + clorotalonil (3000 + 300 ppm)	6.1	QRS	70.1
23.	Estrobinurina 1 (50 ppm)	24.5	ABC	-19.2
24.	Estrobinurina 1 (100 ppm)	21.7	BCDE	-5.5
25.	Estrobinurina 1 (150 ppm)	18.3	DEFGHIJ	10.9
26.	Estrobinurina 1 (200 ppm)	16.7	EFGHIJKL	18.7
27.	Estrobinurina 1 (250 ppm)	15.6	FGHIJKLM	24.2
28.	Estrobinurina 1 (375 ppm)	13.9	IJKLMNOP	32.3
29.	Estrobinurina 1 (500 ppm)	11.1	LMNOPQ	45.8
30.	Estrobinurina 2 (96 ppm)	30	A	-46.1
31.	Estrobinurina 2 (192 ppm)	28.9	A	-40.6
32.	Estrobinurina 2 (288 ppm)	24.4	ABC	-19.0
33.	Estrobinurina 2 (384 ppm)	22.8	BCD	-10.9
34.	Estrobinurina 2 (480 ppm)	20.6	BCDEFG	-0.2
35.	Estrobinurina 2 (960 ppm)	14.5	HIJKLMNO	29.5
36.	Estrobinurina 2 (1440 ppm)	16.1	EFGHIJKLM	21.6
37.	Estrobinurina 3 (50 ppm)	30.0	A	-45.9
38.	Estrobinurina 3 (100 ppm)	25.6	AB	-24.5
39.	Estrobinurina 3 (200 ppm)	22.8	BCD	-10.9
40.	Estrobinurina 3 (300 ppm)	21.1	BCDEF	-2.9
41.	Estrobinurina 3 (400 ppm)	20.6	BCDEFG	-0.2
42.	Estrobinurina 3 (500 ppm)	16.7	EFGHIJKL	18.7
43.	Estrobinurina 3 (600 ppm)	15	GHIJKLMN	26.9

¹ Gramos o mililitros de producto comercial

² Valores con la misma letra, dentro de la misma columna son estadísticamente iguales, según Tukey (0.05)

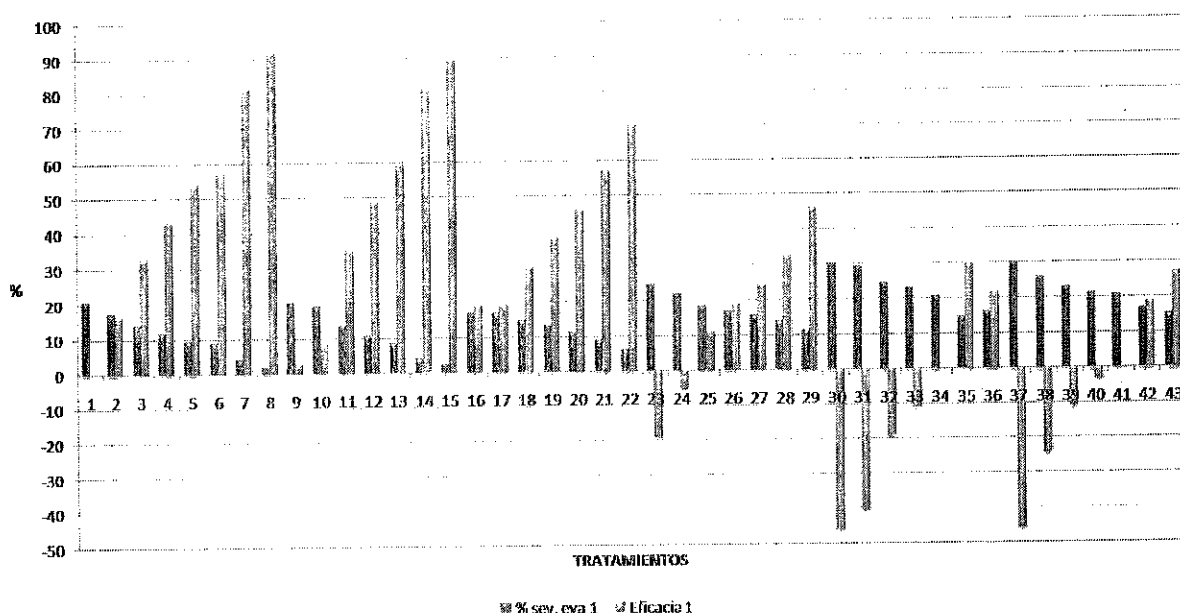


Figura 10. Porcentaje de severidad de la Cepa 2 de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) en la evaluación 1 (01/04/09) y eficacia de los fungicidas evaluados para su control, en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008

5.2.2.3 SEVERIDAD DE LA CENICILLA DE LAS CUCURBITACEAS Y EFICACIA DE LOS FUNGICIDAS EN LA EVALUACION 2

El análisis de varianza llevado a cabo con los datos de porcentaje de infección de la cenicilla de las cucurbitáceas en la **evaluación 2 (08/04/09)** indico diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Apéndice 8), las cuales se corroboraron en la comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro17), observándose una severidad significativamente menor en donde se aplicaron los fungicidas con respecto al testigo. Los controles **excelentes** se tuvieron en los tratamientos 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 21, 22, 28 y 29 [difenoconazol (100, 150, 200, 400, 600, 800 ppm), myclobutanil (80, 160, 240, 320, 400, 480 ppm), azoxystrobin + clorotalonil (1800 + 180 ppm, 2400 + 240 ppm, 3000 + 300 ppm), estrobilurina 1 (375, 500 ppm)], en los cuales la severidad fue de 0% lo que obviamente nos arrojó una eficacia del 100%. Los controles **muy buenos** se obtuvieron en los tratamientos 19 y 27 [azoxystrobin + clorotalonil (1500 + 150 ppm), estrobilurina 1 (250 ppm) donde se alcanzaron severidades de 1.7% a 2.2 %, por lo que se obtuvieron eficacias del 93.1% al 94.7%. De igual forma se obtuvieron **buenas** eficacias en los tratamientos 2, 9 y 18 [difenoconazol (50 ppm), myclobutanil (40 ppm), azoxystrobin + clorotalonil (1200 +120 ppm)] donde se alcanzaron severidades del 3.3% al 3.9%, lo implica tener eficacias de 88% al 89.8%. Y por último los controles **aceptables** se obtuvieron en los

tratamientos 17 y 26 [azoxystrobin + clorotalonil (600 + 60 ppm), estrobilurina 1 (200 ppm)] donde se obtuvieron severidades de 5.0 a 5.6% lo cual arrojó eficacias de 82.7 a 84.5%, mientras que el resto de los tratamientos para esta tercera evaluación tuvieron eficacias menores a las aceptables (Cuadro 17). Lo anterior se puede observar claramente en la Figura 11.

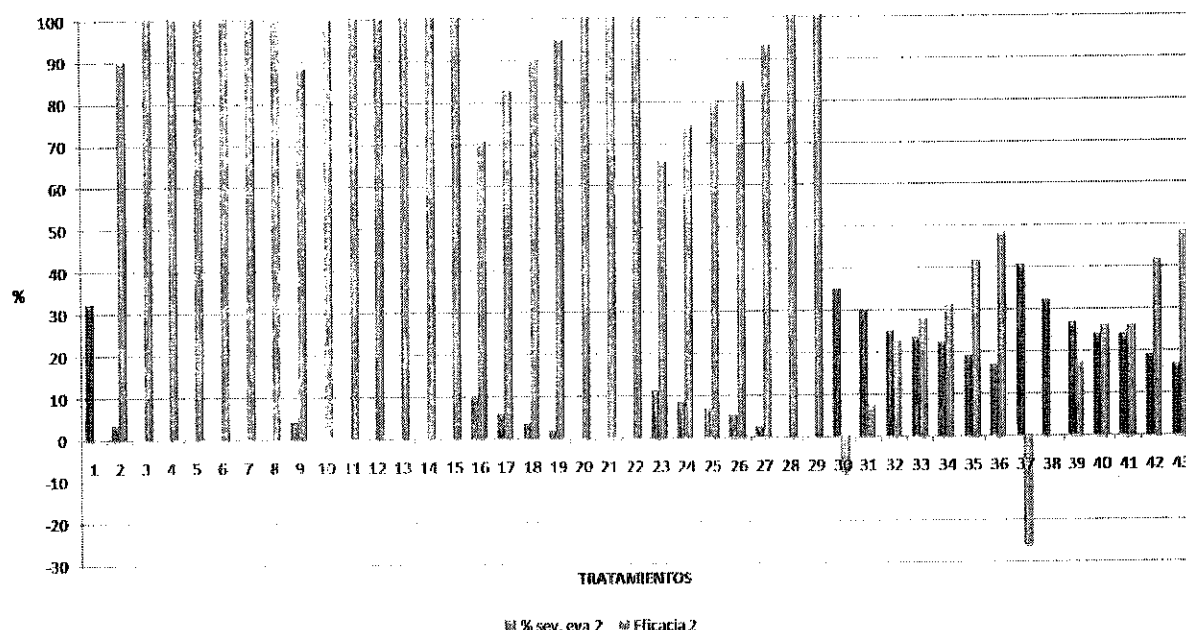
Cuadro 17. Comparación de medias de los porcentajes de infección en la Evaluación 2 (08/04/09), para evaluar la efectividad biológica de los fungicidas en el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2009.

TRATAMIENTOS		SEVERIDAD	SIGNIFICANCIA	EFICACIA ABBOTT (%)
1.	Testigo absoluto	32.2	BC	---
2.	Difenoconazol (50 ppm)	3.3	LMN	89.8
3.	Difenoconazol (100 ppm)	0.0	N	100.0
4.	Difenoconazol (150 ppm)	0.0	N	100.0
5.	Difenoconazol (200 ppm)	0.0	N	100.0
6.	Difenoconazol (400 ppm)	0.0	N	100.0
7.	Difenoconazol (600 ppm)	0.0	N	100.0
8.	Difenoconazol (800 ppm)	0.0	N	100.0
9.	Myclobutanil (40 ppm)	3.9	LMN	88.0
10.	Myclobutanil (80 ppm)	0.0	N	100.0
11.	Myclobutanil (160 ppm)	0.0	N	100.0
12.	Myclobutanil (240 ppm)	0.0	N	100.0
13.	Myclobutanil (320 ppm)	0.0	N	100.0
14.	Myclobutanil (400 ppm)	0.0	N	100.0
15.	Myclobutanil (480 ppm)	0.0	N	100.0
16.	Azoxystrobin + clorotalonil (300 + 30 ppm)	9.5	IJ	70.6
17.	Azoxystrobin + clorotalonil (600 + 60 ppm)	5.6	JKLM	82.7
18.	Azoxystrobin + clorotalonil (1200 + 120 ppm)	3.3	LMN	89.8
19.	Azoxystrobin + clorotalonil (1500 + 150 ppm)	1.7	MN	94.7
20.	Azoxystrobin + clorotalonil (1800 + 180 ppm)	0.0	N	100.0
21.	Azoxystrobin + clorotalonil (2400 + 240 ppm)	0.0	N	100.0
22.	Azoxystrobin + clorotalonil (3000 + 300 ppm)	0.0	N	100.0
23.	Estrobilurina 1 (50 ppm)	11.1	I	65.5
24.	Estrobilurina 1 (100 ppm)	8.3	IJK	74.1
25.	Estrobilurina 1 (150 ppm)	6.7	JKL	79.2
26.	Estrobilurina 1 (200 ppm)	5.0	KLM	84.5
27.	Estrobilurina 1 (250 ppm)	2.2	MN	93.1
28.	Estrobilurina 1 (375 ppm)	0.0	N	100.0
29.	Estrobilurina 1 (500 ppm)	0.0	N	100.0
30.	Estrobilurina 2 (96 ppm)	35	B	-8.6
31.	Estrobilurina 2 (192 ppm)	30.0	CD	7.0
32.	Estrobilurina 2 (288 ppm)	25.0	EF	22.4
33.	Estrobilurina 2 (384 ppm)	23.3	EF	27.7
34.	Estrobilurina 2 (480 ppm)	22.2	FG	31.0
35.	Estrobilurina 2 (960 ppm)	18.9	GH	41.5
36.	Estrobilurina 2 (1440 ppm)	16.7	H	48.2
37.	Estrobilurina 3 (50 ppm)	40.6	A	-25.9
38.	Estrobilurina 3 (100 ppm)	32.2	BC	0.0

39.	Estrobilurina 3 (200 ppm)	26.7	DE	17.3
40.	Estrobilurina 3 (300 ppm)	23.9	EF	26.0
41.	Estrobilurina 3 (400 ppm)	23.9	EF	26.0
42.	Estrobilurina 3 (500 ppm)	18.9	GH	41.5
43.	Estrobilurina 3 (600 ppm)	16.7	H	48.3

¹ Gramos o mililitros de producto comercial

² Valores con la misma letra, dentro de la misma columna son estadísticamente iguales, según Tukey (0.05)



5.2.2.4 SEVERIDAD DE LA CENICILLA DE LAS CUCURBITACEAS Y EFICACIA DE LOS FUNGICIDAS EN LA EVALUACION 3

El análisis de varianza efectuado con los datos de porcentaje de infección de la cenicilla de las cucurbitáceas en la **evaluación 3 (15/04/09)** indico diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Apéndice 9), las cuales se dilucidaron en la comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 18), observándose una severidad significativamente menor en donde se aplicaron los fungicidas con respecto al testigo. Los controles **excelentes** se tuvieron en los tratamientos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 28 y 29 [difenoconazol (50, 100, 150, 200, 400, 600, 800 ppm), myclobutanil (40, 80, 160, 240, 320, 400, 480 ppm), azoxystrobin + clorotalonil (1500 +

150, 1800 + 180, 2400 + 240, 3000 + 300 ppm) estrobilurina 1 (200, 250, 375, 500 ppm)] donde se alcanzaron severidades entre el 0% y el 2.2% lo que nos arrojó eficacias de 96.1 a 100%. Los controles **muy buenos** fueron los tratamientos 16, 17 y 25 [azoxystrobin + clorotalonil (300 + 30, 600+ 60 ppm), estrobilurina 1 (150 ppm)] donde se alcanzaron severidades de 4.4 a 5.6% lo que se tradujo en eficacias de 90.2 a 92.2%. Finalmente un control **bueno** se obtuvo en el tratamiento 24 [estrobilurina 1 (100 ppm)], donde la severidad fue del 7.2% lo que arrojó una eficacia de 87.2%, mientras que el resto de los tratamientos para esta tercera evaluación tuvieron eficacias menores a las aceptables (Cuadro 18). Lo anterior se puede observar claramente en la Figura 12.

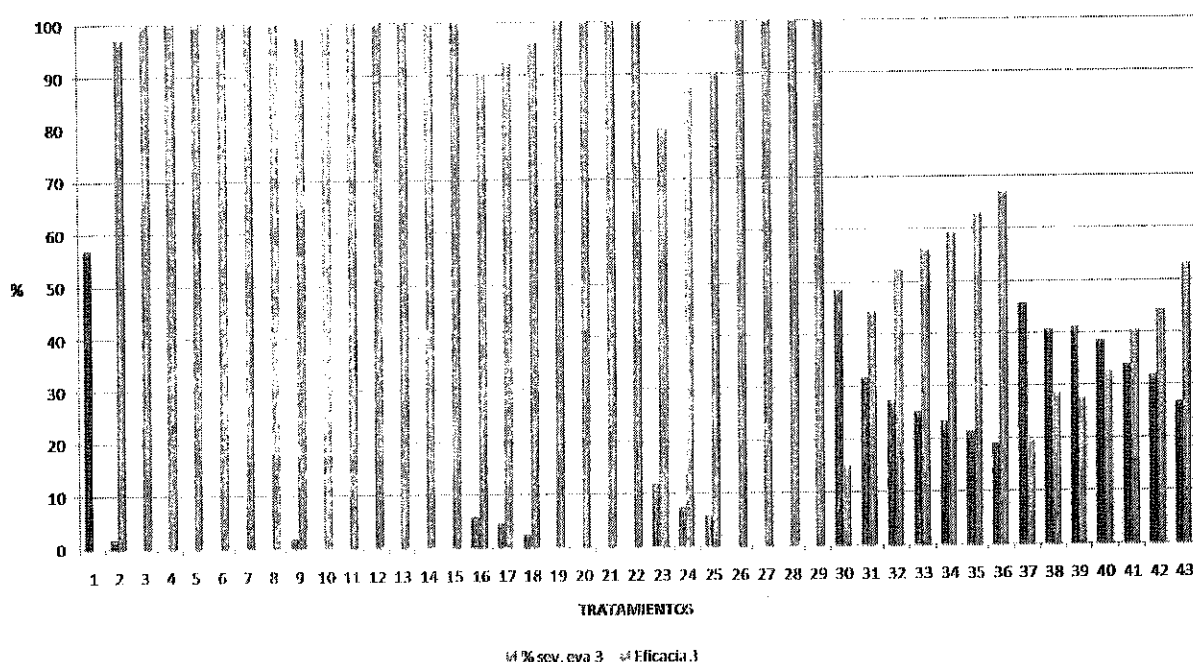
Cuadro 18. Comparación de medias de los porcentajes de infección en la Evaluación 3 (15/04/09), para evaluar la efectividad biológica de los fungicidas en el control de la cenicienta de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2009.

TRATAMIENTOS		SEVERIDAD	SIGNIFICANCIA	EFICACIA ABBOTT (%)
1.	Testigo absoluto	56.7	A	---
2.	Difenoconazol (50 ppm)	1.7	LM	97.0
3.	Difenoconazol (100 ppm)	0.0	N	100.0
4.	Difenoconazol (150 ppm)	0	N	100.0
5.	Difenoconazol (200 ppm)	0.0	N	100.0
6.	Difenoconazol (400 ppm)	0.0	N	100.0
7.	Difenoconazol (600 ppm)	0.0	N	100.0
8.	Difenoconazol (800 ppm)	0	N	100.0
9.	Myclobutanil (40 ppm)	1.7	LM	97.1
10.	Myclobutanil (80 ppm)	0.0	N	100.0
11.	Myclobutanil (160 ppm)	0.0	N	100.0
12.	Myclobutanil (240 ppm)	0.0	N	100.0
13.	Myclobutanil (320 ppm)	0.0	N	100.0
14.	Myclobutanil (400 ppm)	0.0	N	100.0
15.	Myclobutanil (480 ppm)	0.0	N	100.0
16.	Azoxystrobin + clorotalonil (300 + 30 ppm)	5.6	JK	90.2
17.	Azoxystrobin + clorotalonil (600 + 60 ppm)	4.4	JKL	92.2
18.	Azoxystrobin + clorotalonil (1200 + 120 ppm)	2.2	KLM	96.1
19.	Azoxystrobin + clorotalonil (1500 + 150 ppm)	0.0	N	100.0
20.	Azoxystrobin + clorotalonil (1800 + 180 ppm)	0.0	N	100.0
21.	Azoxystrobin + clorotalonil (2400 + 240 ppm)	0.0	N	100.0
22.	Azoxystrobin + clorotalonil (3000 + 300 ppm)	0.0	N	100.0
23.	Estrobilurina 1 (50 ppm)	11.7	I	79.4
24.	Estrobilurina 1 (100 ppm)	7.2	J	87.2
25.	Estrobilurina 1 (150 ppm)	5.6	JK	90.2
26.	Estrobilurina 1 (200 ppm)	0.0	N	100.0
27.	Estrobilurina 1 (250 ppm)	0.0	N	100.0
28.	Estrobilurina 1 (375 ppm)	0.0	N	100.0
29.	Estrobilurina 1 (500 ppm)	0.0	N	100.0
30.	Estrobilurina 2 (96 ppm)	48.3	B	14.7
31.	Estrobilurina 2 (192 ppm)	31.6	D	44.2

32.	Estrobilurina 2 (288 ppm)	27.2	E	52.0
33.	Estrobilurina 2 (384 ppm)	25.0	EF	55.9
34.	Estrobilurina 2 (480 ppm)	23.3	FG	58.9
35.	Estrobilurina 2 (960 ppm)	21.1	GH	62.7
36.	Estrobilurina 2 (1440 ppm)	18.9	H	66.6
37.	Estrobilurina 3 (50 ppm)	45.5	B	19.6
38.	Estrobilurina 3 (100 ppm)	40.6	C	28.4
39.	Estrobilurina 3 (200 ppm)	41.1	C	27.4
40.	Estrobilurina 3 (300 ppm)	38.3	C	32.4
41.	Estrobilurina 3 (400 ppm)	33.9	D	40.2
42.	Estrobilurina 3 (500 ppm)	31.7	D	44.1
43.	Estrobilurina 3 (600 ppm)	26.7	EF	52.9

¹ Gramos o mililitros de producto comercial

² Valores con la misma letra, dentro de la misma columna son estadísticamente iguales, según Tukey (0.05)



5.2.2.5 SEVERIDAD DE LA CENICILLA DE LAS CUCURBITACEAS Y EFICACIA DE LOS FUNGICIDAS EN LA EVALUACION 4

El análisis de varianza realizado con los datos de porcentaje de infección de la cenicilla de las cucurbitáceas en la **evaluación 4 (22/04/09)** indico diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Apéndice 10), las cuales se verificaron en la comparación de medias de Tukey (0.05)

(Cuadro 19), observándose una severidad significativamente menor en donde se aplicaron los fungicidas con respecto al testigo. Para esta cuarta y última evaluación los controles **excelentes** se tuvieron en los tratamientos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 y 29 [difenconazol (50, 100, 150, 200, 400, 600, 800 ppm), myclobutanil (40, 80, 160, 240, 320, 400, 480 ppm), azoxystrobin + clorotalonil (300 + 30, 600 + 60, 1200 + 120, 1500 + 150, 1800 + 180, 2400 + 240, 3000 + 300 ppm), estrobilurina 1 (50, 100, 150, 200, 250, 375, 500 ppm)] en donde la severidad estuvo entre 0 y 3.9% lo que se tradujo en eficacias de 95.3 a 100%, mientras que el resto de los tratamientos para esta evaluación tuvieron eficacias menores a las aceptables (Cuadro 19). Lo anterior se puede apreciar claramente en la Figura 13.

Cuadro 19. Comparación de medias de los porcentajes de infección en la Evaluación 4 (22/04/09), para evaluar la efectividad biológica de los fungicidas en el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2009.

TRATAMIENTOS		SEVERIDAD	SIGNIFICANCIA	EFICACIA ABBOTT (%)
1.	Testigo absoluto	82.8	A	---
2.	Difenoconazol (50 ppm)	0.0	N	100.0
3.	Difenoconazol (100 ppm)	0.0	N	100.0
4.	Difenoconazol (150 ppm)	0.0	N	100.0
5.	Difenoconazol (200 ppm)	0.0	N	100.0
6.	Difenoconazol (400 ppm)	0.0	N	100.0
7.	Difenoconazol (600 ppm)	0.0	N	100.0
8.	Difenoconazol (800 ppm)	0.0	N	100.0
9.	Myclobutanil (40 ppm)	0.0	N	100.0
10.	Myclobutanil (80 ppm)	0.0	N	100.0
11.	Myclobutanil (160 ppm)	0.0	N	100.0
12.	Myclobutanil (240 ppm)	0.0	N	100.0
13.	Myclobutanil (320 ppm)	0.0	N	100.0
14.	Myclobutanil (400 ppm)	0.0	N	100.0
15.	Myclobutanil (480 ppm)	0.0	N	100.0
16.	Azoxystrobin + clorotalonil (300 + 30 ppm)	3.9	L	95.3
17.	Azoxystrobin + clorotalonil (600 + 60 ppm)	2.2	LM	97.3
18.	Azoxystrobin + clorotalonil (1200 + 120 ppm)	0.0	N	100.0
19.	Azoxystrobin + clorotalonil (1500 + 150 ppm)	0.0	N	100.0
20.	Azoxystrobin + clorotalonil (1800 + 180 ppm)	0.0	N	100.0
21.	Azoxystrobin + clorotalonil (2400 + 240 ppm)	0.0	N	100.0
22.	Azoxystrobin + clorotalonil (3000 + 300 ppm)	0.0	N	100.0
23.	Estrobilurina 1 (50 ppm)	3.3	L	96.0
24.	Estrobilurina 1 (100 ppm)	0.0	N	100.0
25.	Estrobilurina 1 (150 ppm)	0	N	100.0
26.	Estrobilurina 1 (200 ppm)	0	N	100.0
27.	Estrobilurina 1 (250 ppm)	0.0	N	100.0
28.	Estrobilurina 1 (375 ppm)	0	N	100.0
29.	Estrobilurina 1 (500 ppm)	0.0	N	100.0

30.	Estrobilurina 2 (96 ppm)	53.3	B	35.6
31.	Estrobilurina 2 (192 ppm)	32.8	GH	60.4
32.	Estrobilurina 2 (288 ppm)	36.1	EF	56.3
33.	Estrobilurina 2 (384 ppm)	33.3	FG	59.8
34.	Estrobilurina 2 (480 ppm)	28.3	IJ	65.8
35.	Estrobilurina 2 (960 ppm)	26.1	JK	68.4
36.	Estrobilurina 2 (1440 ppm)	25	K	69.8
37.	Estrobilurina 3 (50 ppm)	48.9	C	40.9
38.	Estrobilurina 3 (100 ppm)	46.1	C	44.3
39.	Estrobilurina 3 (200 ppm)	42.8	D	48.3
40.	Estrobilurina 3 (300 ppm)	40.0	D	51.7
41.	Estrobilurina 3 (400 ppm)	36.7	E	55.7
42.	Estrobilurina 3 (500 ppm)	33.3	FG	59.8
43.	Estrobilurina 3 (600 ppm)	30.0	HI	63.8

¹ Gramos o mililitros de producto comercial

² Valores con la misma letra, dentro de la misma columna son estadísticamente iguales, según Tukey (0.05).

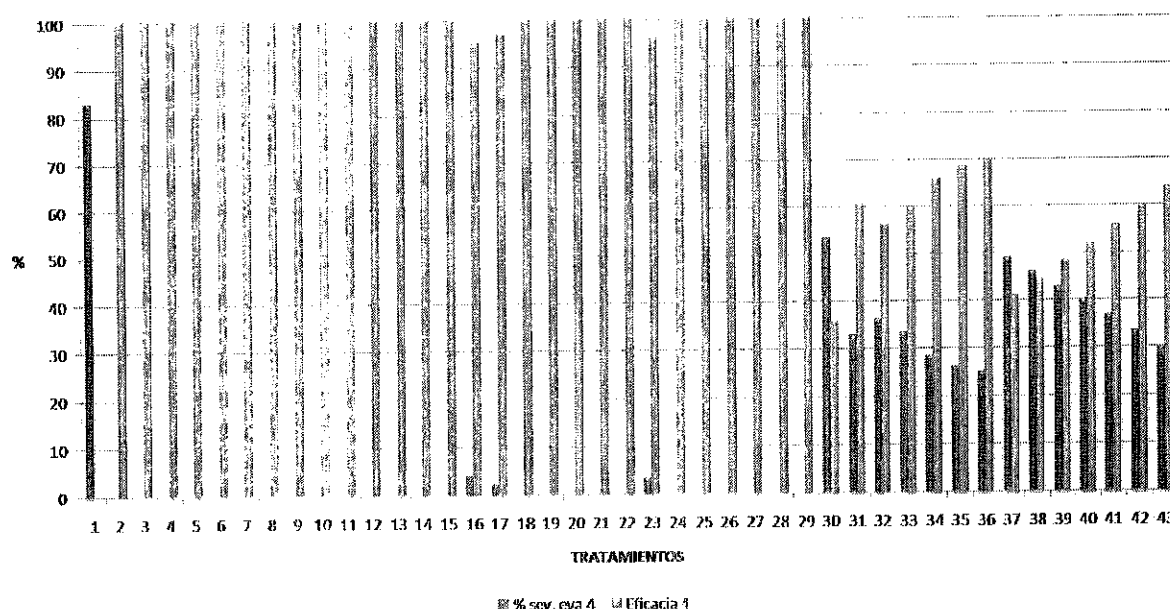


Figura 13. Porcentaje de severidad de la Cepa 2 de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) en la evaluación 4 (22/04/09) y eficacia de los fungicidas evaluados para su control, en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008

El difenoconazol se comporto mejor que la cepa uno, ya que solo en la primera evaluación tuvo eficacias menores a las aceptables (menores a 80%), pero en las evaluaciones posteriores todas las dosis mostraron controles excelentes, esto se puede deber a que dicho fungicida afecta la síntesis de la membrana celular y aunque no impide la germinación de las esporas, causa la muerte del haustorio tan pronto como es emitido, así mismo, en infecciones presentes detiene el crecimiento del micelio, y

previene la esporulación por la muerte temprana del mismo, lo que impide la colonización del hongo, el avance de la infección y su dispersión, dando como resultado controles excelentes (SYNGENTA, 2009)

Por su parte, el myclobutanil tuvo un desempeño muy similar al difenoconazol en cuanto a eficacias y fue mejorando conforme las aplicaciones se incrementaron, lo anterior quizás se deba a que es un producto sistémico curativo y protectante ampliamente recomendado para el control de cenicillas en general (Bains, *et al.*, 1999), ya que muestra controles excelentes sobre la cenicilla de las cucurbitáceas, además de presentar mejores controles postinfección incluso que las estrobilurinas según estudios realizados por Hoffman and Wilcox, 2003.

Por otro lado, la mezcla de azoxystrobin + clorotalonil mostro eficacias aceptables a partir de la segunda evaluación, lo anterior se puede explicar debido a su triple acción preventiva, curativa y antiesporulante además de detener la infección, protegió completamente las hojas y brotes nuevos (SYNGENTA, 2009).

La estrobilurina 1, en esta cepa mostro eficacias aceptables desde la segunda evaluación y fue mejorando hasta llegar a eficacias excelentes en todas las dosis en la última evaluación, a diferencia del comportamiento en la cepa número uno; en la cual dicho fungicida tuvo una acción de control muy pobre, lo cual podría sugerir la pérdida de sensibilidad de la cepa 1 a esta molécula. Por último, las estrobilurinas 2 y 3 presentaron eficacias bastante bajas en todas las evaluaciones, en comparación con el resto de los fungicidas empleados, esto sugiere una pérdida de la sensibilidad del patógeno a estas moléculas, lo cual ha sido avalado por Brent and Hollomon (2007), Damicone and Smith (2008), FRAG-UK (2009), Ishii *et al.* (2001), o que el porcentaje de infección inicial fue bastante elevado como para que el producto pudiera detener la infección completamente, tal como lo sugieren estudios realizados por Hoffman and Wilcox, 2003, quienes mencionaron que después de cierto porcentaje de infección de la cenicilla, el control disminuyó considerablemente en los estudios realizados en campo (Hoffman and Wilcox, 2002) y estudios previos realizados en invernadero también indicaron que las estrobilurinas mostraron menor efecto post infección que el myclobutanil (Hoffman and Wilcox, 2003).

Finalmente se menciona que en la actualidad la especie más ampliamente distribuida y que induce la cenicilla de las cucurbitáceas es *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn.

Sphaerotheca fuliginea (Schlecht.:Fr.)Poll), lo anterior se ha confirmado en este y otros estudios previos realizados en México (Félix-Gastélum *et al.*, 2005; Félix-Gastélum *et al.*, 2007; Yañez, *et al.*, 2009), mencionándose que especialmente esta especie de cenicilla presenta un potencial más elevado de desarrollo de resistencia que otras especies de cenicilla; lo cual se puede atribuir a sus ciclos reproductivos muy activos y principalmente asexuales, lo que le permite que una mayor cantidad de inoculo quede expuesto a al fungicida, permitiendo una mayor posibilidad de seleccionar individuos resistentes (Brent and Hollomon, 2007; Damicone and Smith, 2008; FRAG-UK, 2009; McGrath, 2001), además de que los fungicidas son una herramienta importante y en algunos casos insustituible para su manejo, ya que es un problema muy importante que limita la producción en muchas zonas productoras del mundo (McGrath, and Thomas, 1996) y a que por lo regular es necesario el uso de fungicidas sistémicos o de actividad traslaminar (los cuales tiene modos de acción muy específicos), ya que son los únicos que brindan una protección adecuada del envés de la hoja, que es ahí donde las condiciones son más favorables para el desarrollo de este patógeno (McGrath, 1996), lo cual podría explicar en gran parte el comportamiento de los fungicidas evaluados en esta investigación.

La segunda precisión y no por esto menos importante es que como se puede ver claramente en la comparación de las graficas de severidades y eficacias de las evaluaciones numero uno y posteriores, además del evidente cambio de cepa con la que se trabajo, es de vital importancia señalar que para el caso de la cepa uno proveniente del Estado de México, en la preevaluación, horas antes de la primera aplicación de los tratamientos, el porcentaje de infección en las unidades experimentales fue de 8.8% mientras que en la segunda fase de esta investigación con la cepa proveniente de Cuautla, Morelos el porcentaje de infección fue de 13.3%, lo que indica que la diferencia inicial del porcentaje de infección fue del 5%, razón por la cual a pesar de ser las mismas moléculas fungicidas en algunos de los casos la repuesta al tratamiento fue diferente y menos eficaz, tal como sucedió con las estrobilurinas 2 y 3.

Como se puede observar al revisar el comportamiento de las severidades y eficacias de los diferentes productos a sus diferentes dosis a través del tiempo, se puede notar claramente una marcada tendencia que conforme aumenta el número de aplicaciones la severidad disminuye, ya que se van acumulando las eficacias de control conforme las aplicaciones se incrementan, solo que obviamente esta tendencia es más claramente distinguible en las dosis elevadas de cada producto. De igual forma se muestra una clara tendencia en todos los fungicidas; que conforme la dosis aumenta, la severidad disminuye.

5.2.3 SENSIBILIDAD DE *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn.

Sphaerotheca fuliginea (Schlecht.:Fr.)Poll) A LOS DIFERENTES FUNGICIDAS

El análisis de varianza realizado con los datos de EC₅₀ de los diferentes productos para el control de la cenicilla de las cucurbitáceas de la cepa proveniente de Cuautla, Morelos, indico diferencias significativas entre los fungicidas evaluados (Apéndice 12), las cuales se verificaron en la comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 20). La clasificación del desempeño de los fungicidas contra *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll, según lo indicado por el valor de la media EC₅₀ para esta cepa, de menor a mayor fue: difenoconazol > myclobutanil > estrobilurina 1 > azoxystrobin + clorotalonil > estrobilurina 3 > estrobilurina 2 (Cuadro 20), indicando que la pérdida de sensibilidad mayor (mayor riesgo) o de desarrollo de resistencia se presenta en el orden siguiente: estrobilurina 2 > estrobilurina 3 > azoxystrobin + clorotalonil > estrobilurina 1 > myclobutanil > difenoconazol, por lo que se debe tener mayor cuidado en el manejo de las estrobilurinas ya que son el grupo con mayores problemas relacionados con el rápido desarrollo de resistencia (Brent and Hollomon, 2007; Damicone and Smith, 2008; FRAG-UK, 2009; Ishii et al., 2001).

Cuadro 20. Comparación de las EC para cada uno de los fungicidas evaluados para el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.

FUNGICIDA	EC50	SIGNIFICANCIA
Difenoconazol	197.8	B
Myclobutanil	202.5	B
Estrobilurina 1	753.9	AB
Azoxystrobin + clorotalonil	2206.9	AB
Estrobilurina 3	2916.4	AB
Estrobilurina 2	3187.5	A

Lo anterior se corroboró con la comparación de la media general de las EC's donde se pudo observar la misma tendencia, indicando que la pérdida de sensibilidad mayor para esta cepa y por tanto el riesgo mayor de desarrollo de resistencia se presenta en las estrobilurinas (Cuadro 21).

Cuadro 21. Comparación de la media general de las EC para cada uno de los fungicidas evaluados para el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.

EC	Difenoconazol	Myclobutanil	Estrobilurina 1	Azoxystrobin + clorotalonil	Estrobilurina 3	Estrobilurina 2
EC 10	34.5	85.48	114.02	274.60	292.39	780.53
EC 20	62.37	119.38	203.22	543.46	571.77	1534.2
EC 30	95.59	151.9	308.29	889.09	927.35	2497.53
EC 40	137.68	186.61	440.15	1353.97	1401.83	3787.38
EC 50	193.63	226.2	613.96	2006.05	2062.65	5589.27
EC 60	272.31	274.19	856.41	2972.17	3034.98	8248.44
EC 70	392.2	336.86	1222.71	4526.24	4587.84	12508.36
EC 80	601.09	428.61	1854.85	7404.80	7440.9	20362.39
EC 90	1086.68	598.62	3305.98	14654.94	14550.69	40023.97
EC 99	4547.49	1342.43	13368.02	76330.16	73619.67	205036.64

Comparación de las medias generales de las EC de ambas cepas

Al compara las EC50's generales de cada uno de los fungicidas evaluados sobre ambas cepas, se notó claramente una diferencia muy marcada de sensibilidad a las mismas moléculas, especialmente en las estrobilurinas, siendo el caso extremo la estrobilurina 3, donde la diferencia en ppm entre ambas cepas es de 5095.8ppm (Cuadro 22) (Figura 14), lo que sugiere que tal diferencia de sensibilidad entre ambas cepas puede deberse a que el porcentaje de infección inicial en el estudio realizado con la cepa proveniente de Cuautla, Morelos fue bastante elevado como para que el producto pudiera detener la infección tal como lo sugieren estudios realizados por Hoffman and Wilcox (2003).

Cuadro 22. Comparación de las medias generales de las EC para cada uno de los fungicidas evaluados para el control de ambas cepas de la cenicilla de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008 y 2009.

Fungicidas	EC50 Texcoco	EC50 Cuautla
Difenoconazol	45.7	193.6
Myclobutanil	68.5	226.2
Estrobilurina 1	277.3	614.0
Estrobilurina 2	745.0	2062.7
Estrobilurina 3	493.5	5589.3
Bupirinato	61.1	----
Hidróxido cúprico	142.9	----
Azoxystrobin + Clorotalonil	----	2006.1

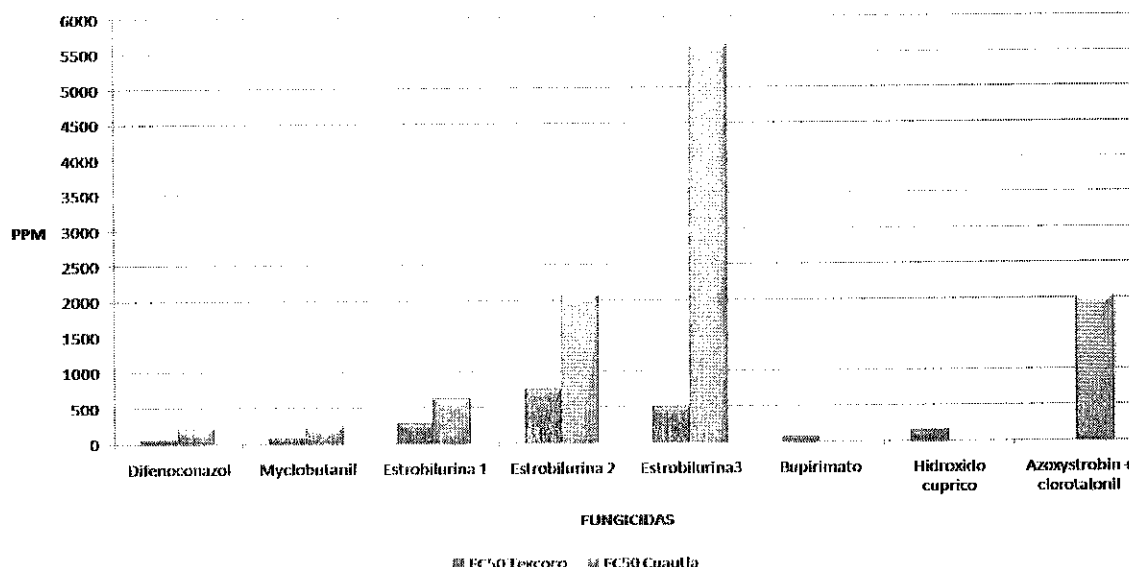


Figura 14. Comparación de las medias generales de las EC para cada uno de los fungicidas evaluados para el control de ambas cepas de la cenicilla de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008 y 2009.

5.2.4 COMPORTAMIENTO DE LA FITOTOXICIDAD SOBRE LOS TRATAMIENTOS

De acuerdo a la escala porcentual propuesta por la European Weed Research Society en los fungicidas estrobilurina 1, estrobilurina 2, estrobilurina 3 y azoxystrobin + clorotalonil a las dosis más elevadas se presentaron síntomas muy ligeros de fitotoxicidad [tratamientos 22, 29, 36, 43] (Cuadro 23), lo que representaría un daño sobre el cultivo del 1.1-3.5%, siendo los síntomas más representativos la clorosis, el moteado, la deformación de hojas y ligeros mosaicos. Mientras que para el fungicida myclobutanil los síntomas se presentaron con la misma intensidad en las dos últimas dosis [tratamientos 14 y 15], por su parte el fungicida difenoconazol indujo daños sobre el cultivo que van de 1.1-7.0 de igual forma en las dos últimas dosis [tratamientos 7 y 8]. La fitotoxicidad mostrada anteriormente se puede deber a las dosis tan elevadas de ingrediente activo aplicadas que no serían las dosis comerciales recomendadas, además de tomar en consideración que esta evaluación se realizó después de 3 aplicaciones a intervalos de 7 días cada una.

Cuadro 23. Datos correspondientes a la evaluación de fitotoxicidad para cada uno de los fungicidas evaluados para el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)) en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.

DOSIS	Difenoconazol	Myclobutanil	Estrobilurina 1	Estrobilurina 3	Azoxistrobin + Clorotalonil	Estrobilurina 2
1	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto
2	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto
3	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto
4	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto
5	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto
6	Síntomas muy ligeros	Síntomas muy ligeros	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto
7	Síntomas ligeros	Síntomas muy ligeros	Síntomas muy ligeros	Síntomas muy ligeros	Síntomas muy ligeros	Síntomas muy ligeros
T	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto

6.- CONCLUSIONES

Los conidios de las cepas de cenicilla de calabaza procedentes de Texcoco, Edo. de México y Cuautla, Morelos, presentaron cuerpos de fibrosina bien desarrollados, su tubo germinativo se origino en la parte media del conidio y algunas veces se bifurco, identificándose como *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll).

En la microscopia electrónica de barrido la pared de los conidios fue lisa, ocasionalmente con ligeras ondulaciones, al igual que la superficie de la parte terminal de estos, mientras que los conidios deshidratados presentaron un arrugamiento que origino líneas longitudinales muy marcadas y en algunas ocasiones transversales corroborándose de esta forma que las cepas de cenicilla de calabaza procedentes de Texcoco, Edo. de México y Cuautla, Morelos, corresponden a *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll).

En todos los fungicidas empleados, se presentó la tendencia siguiente "a mayor dosis de los fungicidas evaluados, la severidad disminuyó".

En todos los tratamientos aplicados, incluso en aquellos en los que la cantidad de ingrediente activo fue muy baja, hubo un incremento importante en la eficacia de estos, conforme al número de aplicaciones se incremento "a mayor numero de aplicaciones, mayor eficacia".

En la cepa proveniente de Texcoco, Estado de México, los valores de EC50 menores para el control de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll), en calabaza, los presentaron los fungicidas triazoles, seguido por los pirimidinóles y cúpricos. Mientras que en la cepa proveniente de Cuautla, Morelos, los valores de EC50 menores los presentaron los fungicidas triazoles.

La sensibilidad de la cepa de la cenicilla de calabaza [*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)], proveniente de Texcoco, Estado de México, de de menor a mayor encontrada en este estudio mostro la tendencia siguiente: difenoconazol > bupirimato > myclobutanil > hidróxido cúprico > estrobilurina 1 > estrobilurina 2 > estrobilurina 3.

Mientras que la de Cuautla, Morelos, evidencio la tendencia siguiente: difenoconazol > myclobutanil > estrobilurina 1 > estrobilurina 3 > azoxystrobin + clorotalonil > estrobilurina 2.

En la evaluación de la fitotoxicidad después del estudio realizado con la cepa de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.) Poll) proveniente de Texcoco, Estado de México, en calabaza, se presento un daño sobre el cultivo de 1.1-3.5%, en los fungicidas difenoconazol, bupirimato, myclobutanil, e hidróxido cúprico, en las dos dosis más altas, pero no comerciales de estos, mientras que el mismo porcentaje de daño se presento en los fungicidas estrobilurina 1, estrobilurina 2 y estrobilurina 3 pero únicamente en las dosis más altas y no comerciales de estas moléculas, pero sin efectos sobre el rendimiento en ninguno de los casos.

Por su parte la evaluación de la fitotoxicidad después del estudio realizado con la cepa de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) proveniente de Cuautla Morelos, en calabaza, el daño sobre el cultivo en la estrobilurina 1, estrobilurina 2, estrobilurina 3 y azoxystrobin + clorotalonil a las dosis más altas y no comerciales fue del 1.1-3.5%, mientras que para el myclobutanil el daño se presento a la misma intensidad pero en las dos dosis más altas y no comerciales, por su parte el difenoconazol indujo daños sobre el cultivo que van de 1.1-7.0 de igual forma en las dos dosis más altas y no comerciales, pero sin efectos sobre el rendimiento en ninguno de los casos.

El bupirimato aplicado a la cepa de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) proveniente de Texcoco, Estado de México, presento eficacias de control superiores a 95% desde la primera evaluación, a partir de la dosis de 1000 ppm incrementándose hasta llegar a eficacias de control de 94% a la dosis de 62.5 ppm en la cuarta evaluación.

El hidróxido cúprico evaluado en la cepa de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll.) proveniente de Texcoco, Estado de México, mostro eficacias de control superiores a 90 % desde la primera evaluación a partir de la dosis de 1000 ppm, las cuales se incrementaron considerablemente hasta alcanzar eficacias de 96% a la dosis más baja (31.25 ppm).

El difenoconazol contra la cepa de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) proveniente de Texcoco, Estado de México, evidencio eficacias de control de 85.4% en la dosis más alta (800 ppm) desde la primera evaluación, hasta alcanzar eficacias de control superiores a 96% desde la dosis más baja (50 ppm) en la cuarta evaluación, mientras que este mismo producto aplicado a la cepa de Cuautla, Morelos, presento eficacias de control de 91% en la dosis más alta (800 ppm) desde la primera evaluación, hasta alcanzar eficacias de control de 100% en todas las dosis aplicadas, después de 4 aplicaciones.

El myclobutanil sobre las cepa de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) proveniente de Texcoco, Estado de México, presento eficacias de control de 95 % en su dosis más alta (480 ppm) desde la primera evaluación, hasta alcanzar eficacias superiores a 92% desde la dosis más baja (40 ppm) en la cuarta evaluación. Mientras que en la cepa de Cuautla Morelos, la dosis de 480 ppm, en la primera evaluación solo alcanzo eficacias de 89%, e incremento a 100% en todos sus tratamientos en la cuarta evaluación.

La estrobilurina 1 sobre las cepa de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) proveniente de Texcoco, Estado de México, presento eficacias de control superiores a 92% a partir de la dosis 375 ppm en la tercera evaluación, alcanzando la misma eficacia (92%) a 250 ppm en la cuarta evaluación. Mientras que en la cepa de Cuautla, Morelos, a partir de 250 ppm, dicho fungicida logro eficacias superiores a 93% en la segunda evaluación, hasta alcanzar el 96% de control a partir de la dosis más baja (50 ppm) en la cuarta evaluación.

La estrobilurina 2 sobre las cepa de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) proveniente de Texcoco, Estado de México, presento eficacias de control superiores a 92% a partir de la dosis 480 ppm en la tercera evaluación, alcanzando 94% de eficacia de control en la misma dosis en la cuarta evaluación. Mientras que en la cepa de Cuautla, Morelos, su eficacia de control estuvo por debajo del 70% a la dosis más alta (1440ppm) en la cuarta evaluación.

La estrobilurina 3 sobre las cepa de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) proveniente de Texcoco, Estado de México, presento eficacias de control de 92% a su dosis más alta (600 ppm) en la tercera evaluación, alcanzando la misma eficacia (92%) a 500 ppm en la cuarta evaluación, mientras que en la cepa de Cuautla, Morelos, su eficacia de control estuvo por debajo del 70 % a la dosis más alta (600 ppm) en la cuarta evaluación.

El Azoxystrobin + clorotalonil sobre las cepa de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) proveniente de Cuautla, Morelos alcanzo eficacias de control superiores a 94% a partir de la dosis 1500 + 150 ppm en la segunda evaluación, hasta alcanzar eficacias de control superiores a 95% a partir de la dosis más baja (300 + 30 ppm) en la cuarta evaluación.

7.- BIBLIOGRAFIA

- Agrios, G.N. 2005. Plant pathology. Fifth Edition. Elsevier Academic Press. San Diego, California, USA. 948p.
- Bains, P. S., Bennypaul, H. and Mirza. M. 1999. First Report of Powdery Mildew of Greenhouse-grown Tomatoes in Alberta, Canada Disease Notes Volume 83, Number 5 Page 488
- Ballantyne, B.J. 1975. Powdery mildew of cucurbitaceae. Identity, distribution, host range and source resistente. Proc. Linn. Soc. New South Walles: 99: 100-120.
- Barnett, H.L., and Hunter,B.B. 1972. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Third Edition. Burgess Publishing Company. Minneapolis, MN, USA. 241p.
- BAYER, 2009. http://www.bayer.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/ID/Homepage_BCS (Consultada 23-08-09)
- Blancard, D., Lecoq, H. Pitrat,M., 1991. Enfermedades de las cucurbitáceas. Observar, identificar y luchar. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 301 p.
- Blumer, S. 1933. Die Erysiphaceen Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der Schweiz. Beitrage zur Kryptogamenflora der Schweiz, 7:1-483.
- Blumer, S. 1967. Echte Mehltäupilze (Erysiphaceae) Ein Bestimmungsbuch für die in Europa Vorkommenden Arten. Jena, Germany: Gustav Fischer Verlag.
- Boesewinkel, H.J. 1980. The morphology of the imperfect states of powdery mildews (erisiphaceae). The botanical review 46:167-224.
- Bozzola, J.J., and Ressel, L.D. 1999. Electron microscopy. Principles and techniques for biologists. Jones and Bartlett publishers. London, UK670p.

- Braun, U. 1987. A monograph of the Erysiphales (powdery mildews). Beihefte zur Nova Hedwigia.
- Braun, U. 1995. The Powdery Mildews (Erysiphales) of Europe. Jena, Germany: Gustav Fischer Verlag, 337 pp.
- Braun, U., Cook, T.A., Inman, A.J. and Shin, H-D. 2002. The taxonomy of powdery mildew fungi. In: Be'langer RR, Bushnell WR, Dik AJ and Carver TLW (eds.) The Powdery Mildews. A Comprehensive Treatise (pp. 13-55) APS Press, St. Paul, MN.
- BRAVO, 2009. <http://www.bravoag.com.mx/productos.php?id=1> (Consultada 23-08-09)
- Brent, K.J. 1978. Chemical control of powdery mildews. In: Spencer DM, ed. The Powdery Mildews. London, UK: Academic Press, 259-280.
- Brent, J. K. and Hollomon, W. D. 2007. Monograph No. 1. Fungicide resistance in crop pathogens: How can it be managed?. Fungicide Resistance Action Committee (FRAC). Second, Revised Edition. Bristol, UK. <http://www.frac.info/frac/index.htm>. 06/04/2009.
- Butt, D.J. 1978. Epidemiology of powdery mildews. In: Spencer DM, ed. The Powdery Mildews. London, UK: Academic Press, 51-77.
- CAB International, 2007. Crop Protection Compendium, 2007 Edition. Wallingford, UK: CAB International. www.cabcompendium.org/cpc
- Clare, B.G. 1958. Aust. J. Sci 273p.
- Cheah, L.H., Page, B.B.C., Cox, J.K. 1996. Epidemiology of powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) of squash. Proceedings of the Forty Ninth New Zealand Plant Protection Conference, Quality Hotel Rutherford, Nelson, New Zealand, 13-15 August, 1996., 147-151.

- Cheah, L.H., Page, B.B.C. 1997. Screening natural products for the control of powdery mildew in squash. In: Proceedings of the 11th Australasian Plant Pathology Conference. Australia: Australasian Plant Pathology Society, 257.
- Cohen, Y. 1992. Genes and mechanism of resistance against fungal pathogens in breeding lines of musk melon. In: Eucarpia Meeting 'Cucurbitaceae 92', Skierniewice, Poland, July, 1992. Poznan, Poland: Institute of Plant Genetics, 139-141.
- Damicone, J. and Smith, D. 2008. Fungicide Resistance Management. Oklahoma State University. División of Agricultural Sciences and Natural Resources. Oklahoma EE. UU. 8 p.
- Dekker, J. 1988. Fungicide resistance in crop protection. Wageningen center for agricultural publishing and documentation. Costa Rica. 1-15
- Dixon, G.R. 1981. Vegetable crop diseases. London, UK: Macmillan Press.
- DOWAGRO, 2009. <http://www.dowagro.com/mx/productos/fungici.htm> (Consultada 23-08-09)
- FAOSTAT | © FAO Dirección de Estadística 2009 | 30 enero 2009
- Félix-Gastélum, R., Apodaca-Sánchez, M.A., Martínez-Valenzuela, M.C. y Espinosa-Matías, S. 2005. *Podosphaera* (sect. *Sphaerotheca*) *xanthii* (Castagne) U. Brawn y N. Shishkoff en el Norte de Sinaloa, México. Revista Mexicana de Fitopatología 23:162-168.
- Félix-Gastélum, R., Ávila-Díaz, J.A., Valenzuela-Cota, B.O., Trigueros-Salmerón, J.A. y Longoria-Espinoza, R.M. 2007. Identificación y control químico de los agentes causales de la mancha foliar y la cenicilla del Tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.) en el norte de Sinaloa, México.
- Floris, E. and Alvarez, J.M. 1996. Nature of resistance of seven melon lines to *Sphaerotheca fuliginea*. Plant Pathology, 45(1):155-160.
- Fraaije, B. A., Burnett, F. J., Clark, W. S., Motteram, J. and Lucas, J. A. 2005. Resistance development to QoI inhibitors in populations of *Mycosphaerella graminicola* in the UK. In: Modern fungicides

- and anti-fungal compounds IV. Dehne, H-W, Gisi, U, Kuck, K-H, Russell, P E and Lyr H eds. BCPC, Alton UK, 63-71.
- FRAG-UK. 2009. Fungicide Resistance. Fungicide Resistance Action Group. U.K. 10 p. Disponible en: http://www.pesticides.gov.uk/uploadedfiles/Web_Assets/RAGs/FRAG_UK_General_leafletv5_1a_Jan_09.pdf.
- Haberle, R., Schlösser, E. 1993. Protective and curative effects of Telmion on *Sphaerotheca fuliginea* on cucumber. Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Universiteit Gent, 58(3b):1461-1467.
- Hammett, K.R.W. 1977. Taxonomy of Erysiphaceae in New Zealand. New Zealand Journal of Botany, 15(4):687-711.
- Hernández, H.V. y Cano, R.P. 1990. *Sphaerotheca fuliginea*, como agente causal de la cenicilla del melón y sus razas fisiológicas en la Comarca Lagunera. Memorias del XVII Congreso Nacional de Fitopatología.
- Hijwegen, T. 1989. Effect of culture filtrates of seventeen fungicolous fungi on sporulation of cucumber powdery mildew. Netherlands Journal of Plant Pathology, 95(Supplement 1):95-98.
- Hirata, K. 1966. Host Range and Geographical Distribution of Powdery Mildews. Niigata University. Japan
- Hirata, T., Cunningham, J.H., Paksiri, U., Limkaisang, S., Shishkoff, N., Grigaliunaite, B., Sato, Y., Takamatsu, S. 2000. Evolutionary analysis of subsection Magnicellulatae of Podosphaera section Sphaerotheca (Erysiphales) based on the rDNA internal transcribed spacer sequences with special reference to host plants. Canadian Journal of Botany, 78(12):1521-1530.
- Hoffman, L. E., and Wilcox, W. F. 2002. Utilizing epidemiological investigations to optimize management of grape black rot. Phytopathology 92:676-680

- Hoffman, L. E., and Wilcox, W. F. 2003. Factors influencing the efficacy of myclobutanil and azoxystrobin for control of grape black rot. *Plant Disease* 87:273-281.
- Homma, Y., Arimoto, Y., Misato, T. 1981. Effect of sodium bicarbonate on each growth stage of cucumber powdery mildew fungus (*Sphaerotheca fuliginea*) in its life cycle. *Journal of Pesticide Science*, 6(2):201-209; [2 fig., 9 tab.].
- Husain, S.I., Akram, M. 1995. Effect of temperature and relative humidity on conidial germination and germ tube elongation of *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht ex Fr.) Poll. on sunflower. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 102(5):509-513.
- Hyeon-Dong, S., and Yong-Joon, L. 1993. Morphology of edge lines of chained immature conidia on conidiophores in powdery mildew fungi and their taxonomic significance. *Mycotaxon* 46:445-451.
- Ishii, H., Fraaije, B. A., Sugiyama, T., Noguchi, K., Nishimura, K., Takeda, T., Amano, T., and Hollomon, D. W. 2001. Occurrence and molecular characterization of strobilurin resistance in cucumber powdery mildew and downy mildew. *Phytopathology* 91:1166-1171.
- Jarvis, W.R., Shaw, L.A., Traquair, J.A. 1989. Factors affecting antagonism of cucumber powdery mildew by *Stephanascus flocculosus* and *S. rugulosus*. *Mycological Research*, 92(2):162-165.
- Jarvis, W.R. and Slingsby, K. 1977. The control of powdery mildew of greenhouse cucumber by water sprays and *Ampelomyces quisqualis*. *Plant Disease Reporter*, 61(9):728-730.
- Junell, L. 1966. A revision of *Sphaerotheca fuliginea* ([Schlecht.] Fr.) Poll. s.lat. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 60:365-392.
- Kable, P.F. Ballantyne, B., and Barbara, J. 1963. Observations on the cucurbits powdery mildew in the Ithaca district. *Plant Disease Reporter* 47:482.

- Knudsen, I.M.B. and Skou, J.P. 1993. The effectivity of *Tilletiopsis albescens* in biocontrol of powdery mildew. *Annals of Applied Biology*, 123(1):173-185.
- Lebeda, A. 1984. Screening of wild *Cucumis* species for resistance to cucumber powdery mildew (*Erysiphe cichoracearum* and *Sphaerotheca fuliginea*). *Scientia Horticulturae*, 24(3/4):241-249.
- Lebeda, A. and, Krstková, E. 1994. Field resistance of *Cucurbita* species to powdery mildew (*Erysiphe cichoracearum*). *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 101(6):598-603.
- Lebeda, A. Krstková, E. 1996. Genotypic variation in field resistance of *Cucurbita pepo* cultivars to powdery mildew (*E. cichoracearum*). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 43(1):79-84.
- León, G.H. 1987. Enfermedades de los cultivos en el estado de Sinaloa. SARH-CIAPAN. Culiacán Sinaloa, México. 213p.
- Lira, S.R. 1995. Estudios taxonómicos y ecogeográficos de las cucurbitáceas latinoamericanas de importancia económica. IPGRI Y UNAM, D.F. México, 280 p.
- Lira, S.R. 1992. Recolección de cucurbitáceas. Memorias del curso internacional de recursos filogenéticos, Palmira. 2:1-26.
- Malathrakis, N.E. 1985. The fungus *Acremonium alternatum* Linc:Fr., a hyperparasite of the cucurbits powdery mildew pathogen *Sphaerotheca fuliginea*. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 92(5):509-515; [6 fig.].
- Manuel, C.C. 2000. Horticultura: Manejo simplificado. Universidad Autónoma Chapingo. Patronato Universitario. Texcoco Edo. de México 527p.
- Marco, S., Ziv, O., Cohen, R. 1994. Suppression of powdery mildew in squash by applications of whitewash, clay and antitranspirant materials. *Phytoparasitica*, 22(1):19-29.

- McCartney, H. A., Foster, S. J., Fraaije, B. A. and Ward, E. 2003. Molecular diagnostics for fungal plant pathogens. *Pest Management Science* 59: 129-142.
- McGrath, M. T. 1996. Successful management of powdery mildew in pumpkin with disease threshold-based fungicide programs. *Plant Dis.* 80:910-916.
- McGrath, M.T. 2001. Fungicide resistance in cucurbit powdery mildew: Experiences and challenges. *Plant Disease* 85: 236–245.
- McGrath, M. T., and Thomas, C. E. 1996. Powdery mildew. Pages 28-30 in: *Compendium of Cucurbit Diseases*. T. A. Zitter, D. L. Hopkins, and C. E. Thomas, eds. American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- Mendoza, Z. C. 1996. Enfermedades fungosas de las hortalizas. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México 85p.
- Menzies, J., Bowen, P., Ehret, D., Glass, A.D.M. 1992. Foliar applications of potassium silicate reduce severity of powdery mildew on cucumber, muskmelon, and zucchini squash. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 117(6):902-905.
- Naggy, G.S. 1976. Studies on powdery mildew of cucurbit II. Life cycle and epidemiology of *Erysiphe cichoracearum* D.C. and *Sphaerotheca fuliginea*. *Acta Phytopatologica Science of Hungary*. 11(3-4): 205-210.
- O'Brien, R.G. 1994. Fungicide resistance in populations of cucurbit powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 22(2):145-149.
- O'Brien, R.G., and Vawdrey, L.L. Glass R.J, 1988. Fungicide resistance in cucurbit powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) and its effect on field control. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 28(3):417-423.

- Paulus, A.O., Brendler, R.A., Nelson, J., Whitaker, T., Hall, B.J. 1976. Fungicides for control of cucurbit powdery mildew. California Agriculture, 30(8):13; [4 tab.].
- Phillips McDougall. 2005. <http://www.phillipsmcdougall.com/> (Consultada 23-08-09)
- Reifschneider, F.J.B., Boiteux, L.S., and Occheiena, E.M. 1985. Powdery mildew of melón (*Cucumis melo*) caused by *Sphaerotheca fuliginea* in Brazil. Plant Disease 69; 1069-1070.
- Reuveni, M., Agapov, V., Reuveni, R. 1995. Suppression of cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) by foliar sprays of phosphate and potassium salts. Plant Pathology, 44(1):31-39.
- Ruzin, S. E. 1999. Plant Microtechnique and Microscopy. Oxford University, Press. New York, USA. 322p.
- Saenz, G.S., Taylor, J.W. 1999. Phylogeny of the Erysiphales (powdery mildews) inferred from internal transcribed spacer ribosomal DNA sequences. Canadian Journal of Botany, 77(1):150-168.
- Salmon ES, 1900. A monograph of the Erysiphaceae. Memoirs of the Torrey Botanical Club, 9:1-292.
- Sitterly, W.R. 1978. Powdery mildews of cucurbits. In: Spencer DM, ed. The Powdery Mildews. London, UK: Academic Press, 359-377.
- Spencer, D.M. 1978. The powdery mildews. Academic Press. New York. USA. 565p.
- Sundheim, L. 1982. Control of cucumber powdery mildew by the hyperparasite *Ampelomyces quisqualis* and fungicides. Plant Pathology, 31(3):209-214; [2 fig., 3 tab.].
- SYNGENTA, 2009. <http://www.syngenta.com.mx/> (Consultada 23-08-09)

- Takamatsu, S., Hirata, T., Sato, Y. 2000. A parasitic transition from trees to herbs occurred at least twice in tribe Cystothecaceae (Erysiphaceae): evidence from nuclear ribosomal DNA. *Mycological Research*, 104(11):1304-1311.
- Thomas, C.E. 1978. A new biological race of powdery mildew of cantaluops. *Plant Dis. Repr.* 62:233.
- Urquhart, E.J., Menzies, J.G., Punja, Z.K. 1994. Growth and biological control activity of *Tilletiopsis* species against powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) on greenhouse cucumber. *Phytopathology*, 84(4):341-351.
- Vanhaarveld, A.B. 1984. Powdery mildew fungi in South África. *Phytophylactica* 16: 155-166.
- Vavilov, N.I. 1992. *Origin and Geography of Cultivated Plants*. Cambridge University Press. New York, USA. 498 p.
- Verhaar, M.A. and Hijwegen, T. 1993. Efficient production of phialoconidia of *Verticillium lecanii* for biocontrol of cucumber powdery mildew, *Sphaerotheca fuliginea*. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 99(2):101-103.
- Walker, J.C. 1952. *Diseases of Vegetable Crops*. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York, USA
- Yáñez-Morales, Ma. de Jesús, Braun, U., Minnis, A.M. & Tovar-Pedraza, J.M. 2009: Some new records and new species of powdery mildew fungi from Mexico. *Schlechtendalia* 19: 47– 61.
- Yarwood, C.E. 1957. Powdery mildews. *The Botanical Review*, 23:235-300.
- Zaracovitis, C. 1965. Attempts to identify powdery mildew fungi by conidial characters. *Transactions of the British Mycological Society* 48:553-558.
- Zitter, T., Hopkins, D. y Thomas, C. 2004. *Plagas y enfermedades de las cucurbitáceas*. American Phytopatological Society. Mundi-Prensa. Madrid, España. 88p.

ANEXO 1

Apéndice 1. Análisis de varianza de la **preevaluación** de la cepa numero uno (Texcoco, Estado de México) de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) en calabaza (*Cucurbita pepo* L. 1753 var. Grey Zucchini) bajo invernadero, en Texcoco, Estado de México.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Prob F
Tratamientos	49	191.2266667	3.9025850	0.55	0.9892
Bloques	2	61.4556000	30.7278000	4.32	0.0159
Error	98	696.9177333	7.1114054		
Total	149	949.6000000			
CV	30.44203				

Apéndice 2. Análisis de varianza de la **Evaluación 1** de la cepa numero uno (Texcoco, Estado de México) de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) en calabaza (*Cucurbita pepo* L. 1753 var. Grey Zucchini) bajo invernadero, en Texcoco, Estado de México.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Prob F
Tratamientos	49	1838.365933	37.517672	63.48	<.0001
Bloques	2	3.451600	1.725800	2.92	0.0586
Error	98	57.915067	0.590970		
Total	149	1899.732600			
CV	13.86127				

Apéndice 3. Análisis de varianza de la **Evaluación 2** de la cepa numero uno (Texcoco, Estado de México) de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) en calabaza (*Cucurbita pepo* L. 1753 var. Grey Zucchini) bajo invernadero, en Texcoco, Estado de México.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Prob F
Tratamientos	49	2162.889400	44.140600	56.81	<.0001
Bloques	2	2.530800	1.265400	1.63	0.2015
Error	98	76.149200	0.777033		
Total	149	2241.569400			
CV	21.48938				

Apéndice 4. Análisis de varianza de la **Evaluación 3** de la cepa numero uno (Texcoco, Estado de México) de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) en calabaza (*Cucurbita pepo* L. 1753 var. Grey Zucchini) bajo invernadero, en Texcoco, Estado de México.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Prob F
Tratamientos	49	2413.841067	49.262063	43.27	<.0001
Bloques	2	7.145733	3.572867	3.14	0.0478

Error	98	111.580933	1.138581		
Total	149	2532.567733			
CV	36.60944				

Apéndice 5. Análisis de varianza de la **Evaluación 4** de la cepa numero uno (Texcoco, Estado de México) de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) en calabaza (*Cucurbita pepo* L. 1753 var. Grey Zucchini) bajo invernadero, en Texcoco, Estado de México.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Prob F
Tratamientos	49	3004.582400	61.318008	39.14	<.0001
Bloques	2	0.108933	0.054467	0.03	0.9658
Error	98	153.544400	1.566780		
Total	149	3158.235733			
CV	49.96184				

Apéndice 6. Análisis de varianza de la **preevaluación** de la cepa numero dos (Cuautla, Morelos) de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) en calabaza (*Cucurbita pepo* L. 1753 var. Grey Zucchini) bajo invernadero, en Texcoco, Estado de México.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Prob F
Tratamientos	42	240.4753488	5.7256035	0.82	0.7582
Bloques	2	5.2956667	2.6433333	0.38	0.6860
Error	84	586.4200000	6.9811905		
Total	128	832.1820155			
CV	19.78884				

Apéndice 7. Análisis de varianza de la **Evaluación 1** de la cepa numero dos (Cuautla, Morelos) de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) en calabaza (*Cucurbita pepo* L. 1753 var. Grey Zucchini) bajo invernadero, en Texcoco, Estado de México.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Prob F
Tratamientos	42	6456.999225	153.738077	51.93	<.0001
Bloques	2	0.886667	0.443333	0.15	0.8611
Error	84	248.673333	2.960397		
Total	128	6706.559225			
CV	10.85195				

Apéndice 8. Análisis de varianza de la **Evaluación 2** de la cepa numero dos (Cuautla, Morelos) de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) en calabaza (*Cucurbita pepo* L. 1753 var. Grey Zucchini) bajo invernadero, en Texcoco, Estado de México.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Prob F
---------------------	----	-------------------	------------------	------------	--------

Tratamientos	42	19251.47426	458.36843	258.21	<.0001
Bloques	2	20.39876	10.19938	5.75	0.0046
Error	84	149.11457	1.77517		
Total	128	19420.98760			
CV	12.82737				

Apéndice 9. Análisis de varianza de la Evaluación 3 de la cepa numero dos (Cuautla, Morelos) de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) en calabaza (*Cucurbita pepo* L. 1753 var. Grey Zucchini) bajo invernadero, en Texcoco, Estado de México.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Prob F
Tratamientos	42	36743.14729	874.83684	701.77	<.0001
Bloques	2	0.53783	0.26891	0.22	0.8064
Error	84	104.71550	1.24661		
Total	128	36848.40062			
CV	8.728614				

Apéndice 10. Análisis de varianza de la Evaluación 4 de la cepa numero dos (Cuautla, Morelos) de *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll) en calabaza (*Cucurbita pepo* L. 1753 var. Grey Zucchini) bajo invernadero, en Texcoco, Estado de México.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Prob F
Tratamientos	42	54339.72326	1293.80293	1404.04	<.0001
Bloques	2	5.61535	2.80767	3.05	0.0528
Error	84	77.40465	0.92148		
Total	128	54422.74326			
CV	6.823839				

Apéndice 11. Análisis de varianza de la comparación de las EC para cada uno de los fungicidas evaluados para el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)) proveniente de Texcoco, Estado de México, en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Prob F
Tratamientos	6	1207391.514	201231.919	44.48	<.0001
Error	14	83336.507	4524.036		
Total	20	1270728.021			
CV	25.87600				

Apéndice 12. Análisis de varianza de la comparación de las EC para cada uno de los fungicidas evaluados para el control de la cenicilla de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.)Poll)) proveniente de Cuautla, Morelos, en el cultivo de calabacita en invernadero en Texcoco, Estado de México, 2008.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Prob F
Tratamientos	5	27750943.89	5552188.78	5.36	0.0081
Error	12	12431920.11	1035993.34		
Total	17	40182864.00			
CV	64.52165				

ANEXO 2

CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS PREVALECIENTES DURANTE EL DESARROLLO DEL ESTUDIO

NOTA: La información siguiente se tomó con ayuda de un DATA LOGGER HOBO (USA) MOD. H06-001-02 STATE.

CEPA # 1	HUMEDAD RELATIVA	TEMPERATURA	RADIACION	CEPA # 2	HUMEDAD RELATIVA	TEMPERATURA	RADIACION
FECHA	HR (%)	°C	h	FECHA	HR (%)	°C	h
14/09/2008	92	19.5	03:27	11/03/2009	64	31.8	08:38
15/09/2008	89	23.2	03:34	12/03/2009	60	31.0	10:45
16/09/2008	91	20.3	05:39	13/03/2009	71	30.0	10:46
17/09/2008	90	23.6	02:33	14/03/2009	81	28.5	09:35
18/09/2008	90	22.1	03:25	15/03/2009	76	30.2	09:31
19/09/2008	87	22.9	04:10	16/03/2009	80	28.1	08:39
20/09/2008	94	22.6	01:01	17/03/2009	91	25.4	07:34
21/09/2008	89	20.4	04:15	18/03/2009	41	30.6	10:30
22/09/2008	92	23.5	02:11	19/03/2009	66	28.5	10:33
23/09/2008	93	22.8	02:21	20/03/2009	66	27.3	10:00
24/09/2008	91	23.1	00:09	21/03/2009	80	28.3	06:01
25/09/2008	89	19.1	00:46	22/03/2009	77	29.0	08:14
26/09/2008	87	19.3	03:51	23/03/2009	71	30.7	08:11
27/09/2008	86	23.0	07:23	24/03/2009	79	27.5	06:57
28/09/2008	89	25.0	08:07	25/03/2009	67	29.0	10:32
29/09/2008	94	24.4	10:00	26/03/2009	70	29.5	08:26
30/09/2008	86	23.6	08:25	27/03/2009	69	30.0	09:38
01/10/2008	94	23.4	08:32	28/03/2009	76	30.2	08:35
02/10/2008	93	23.6	07:28	29/03/2009	53	29.8	11:34
03/10/2008	92	23.5	04:59	30/03/2009	66	30.0	11:29
04/10/2008	92	24.1	03:54	31/03/2009	71	30.0	10:46
05/10/2008	94	23.5	07:18	01/04/2009	66	27.3	10:00
06/10/2008	93	26.4	05:05	02/04/2009	41	30.6	10:30
07/10/2008	92	24.1	03:51	03/04/2009	66	28.5	10:33

08/10/2008	92	23.9	08:20	04/04/2009	60	31.0	10:45
09/10/2008	87	25.2	03:25	05/04/2009	64	31.8	08:38
10/10/2008	93	24.4	04:13	06/04/2009	80	28.1	08:39
11/10/2008	94	23.2	05:25	07/04/2009	91	25.4	07:34
12/10/2008	95	26.6	10:03	08/04/2009	81	28.5	09:35
13/10/2008	94	24.5	08:38	09/04/2009	77	29.0	08:14
14/10/2008	90	23.6	08:02	10/04/2009	76	30.2	09:31
15/10/2008	94	25.4	02:02	11/04/2009	71	30.7	08:11
16/10/2008	93	22.2	00:56	12/04/2009	80	28.3	06:01
17/10/2008	94	20.4	01:30	13/04/2009	82	28.1	06:16
18/10/2008	91	19.9	02:16	14/04/2009	74	28.6	06:23
19/10/2008	93	18.9	03:12	15/04/2009	88	28.0	10:00
20/10/2008	94	23.7	04:53	16/04/2009	70	28.0	10:38
21/10/2008	93	24.9	08:39	17/04/2009	60	27.4	10:46
22/10/2008	86	25.5	08:20	18/04/2009	59	28.2	10:07
23/10/2008	93	24.6	06:20	19/04/2009	72	29.4	07:22
24/10/2008	93	25.5	06:37	20/04/2009	87	24.5	05:55
25/10/2008	93	25.4	10:15	21/04/2009	93	25.9	10:15
26/10/2008	82	26.3	10:12	22/04/2009	74	25.6	08:40
MEDIA	91.23	23.27	5:16	MEDIA	71.8	28.8	9:06