



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO



DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

COORDINACIÓN DE POSGRADO EN PROTECCIÓN VEGETAL

CONTROL BIORRACIONAL DE LA CENICILLA DEL ROSAL (*Sphaerotheca pannosa* (Wallr. Ex. Fr.) Lev. Var *rosae* Wor.) EN LA VALENCIANA, VILLA GUERRERO, ESTADO DE MÉXICO

T E S I S

Que como requisito parcial para obtener el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

Presenta:

Gustavo Gutiérrez González



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

Chapingo, Méx. Octubre de 2010

CONTROL BIORRACIONAL DE LA CENICILLA DEL ROSAL (*Sphaerotheca pannosa* (Wallr. Ex. Fr.) Lev. Var *rosae* Wor.) EN LA VALENCIANA, VILLA GUERRERO, ESTADO DE MÉXICO

Tesis realizada por **Gustavo Gutiérrez González** bajo la Dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

DIRECTOR: _____



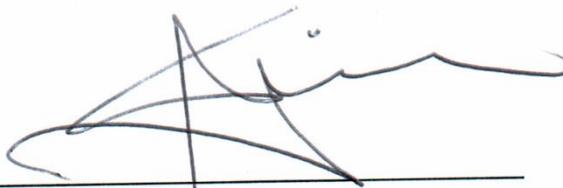
Dr. Marcelo Acosta Ramos

CODIRECTOR: _____



M. C. Francisco Ponce González

ASESOR: _____



Dr. Víctor Pinto

CONTROL BIORRACIONAL DE LA CENICILLA DEL ROSAL (*Sphaerotheca pannosa* (Wallr. Ex. Fr.) Lev. Var *rosae* Wor.) EN LA VALENCIANA, VILLA GUERRERO, ESTADO DE MÉXICO

Gustavo Gutiérrez González¹, Marcelo Acosta Ramos², Francisco Ponce González

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó la efectividad biológica de los fungicidas biorracionales Funqui (*Bacillus subtilis*), Cleen Grow, Mix Protective (S), Microsul (S), AZ41, Tecnocitric y Headline 23 CE (Pyraclostrobin) para el control de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var *rosae*) bajo condiciones de invernadero. Se realizó un análisis de los costos de aplicación de dichos tratamientos y se evaluó el comportamiento temporal de la enfermedad. La investigación se llevó a cabo en un invernadero comercial de rosas para flor de corte, durante los meses de mayo y junio de 2010 sobre la variedad Polo, en el municipio de Villa Guerrero, Estado de México. Se utilizó un diseño de bloques al azar con 12 tratamientos y tres repeticiones. Se efectuaron 5 aplicaciones con su respectiva evaluación. Los datos de infección se sometieron al análisis de varianza y a la prueba Tukey de comparación de medias al 0.05%. Se utilizó la técnica del Análisis del Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) que estabiliza la varianza y ofrece mayor confianza de los resultados. Se realizó un análisis parcial de costos para determinar la eficiencia de los productos evaluados. Los resultados mostraron que al conjuntar el análisis de varianza, la prueba de comparación de medias de Tukey, el ABCPE y el análisis de costos, los mejores tratamientos para el control de la cenicilla del rosal (*S. pannosa* var *rosae*) fueron Tecnocitric 2 L.ha⁻¹, Cleen Grow 2 L.ha⁻¹ y Microsul 2.5 L.ha⁻¹ y los productos que menor control tuvieron fueron Funqui (*Bacillus subtilis*) 2 L.ha⁻¹ y 4 L.ha⁻¹, AZ41 1.5 L.ha⁻¹.

Palabras clave: Cenicilla, Biorracional, Funqui, Bacillus subtilis, Cleen Grow, Mix Protective, Microsul, AZ41, Tecnocitric, Headline, Pyraclostrobin, Estrobilurinas

¹ Autor: Ing. Agrónomo Especialista en Parasitología Agrícola. Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, Carretera México - Texcoco. Chapingo, Estado de México. CP 56230. Correo gusgut_2004@yahoo.com.mx

² Director de tesis: Profesor Investigador del Departamento de Parasitología, Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México – Texcoco, Chapingo, Estado de México. CP. 56230

³ Codirector de tesis: Profesor Investigador del Departamento de Parasitología, Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México – Texcoco, Chapingo, Estado de México. CP. 56230

**BIORATIONAL CONTROL OF POWDERY MILDEW OF ROSES
(*Sphaerotheca pannosa* (Ex. Wallr. Fr.) Lev. Var *rosae* Wor.) IN THE
VALENCIANA, VILLA GUERRERO, STATE OF MEXICO**

Gustavo Gutiérrez González¹, Marcelo Ramos Acosta², Francisco Ponce González³

ABSTRACT

This study evaluated the biological effectiveness of biorational fungicides Funqui (*Bacillus subtilis*), Cleen Grow, Mix Protective (S), Microsul (S), AZ41, Tecnocitric and Headline 23 EC (Pyraclostrobin) to control powdery mildew of roses (*Sphaerotheca pannosa* var *rosae*) under greenhouse conditions. An analysis of the costs of applying these treatments was carried out and the temporal behavior of the disease was assessed. The research was conducted in a commercial **cut** rose-flower greenhouse during the months of May and June 2010 on the Polo range, in the municipality of Villa Guerrero, State of Mexico. A randomized block design with 12 treatments and three replications was used, and 5 applications were made and subsequently assessed. Infection data were subjected to analysis of variance and the Tukey test for comparison of means at 0.05%. The technique of Analysis of Area Under the Disease Progress Curve (AUDPC) was used to stabilize the variance and provide greater confidence in the results. A partial cost analysis was performed to determine the efficiency of the products tested. The results showed that by matching the analysis of variance, the comparison test of Tukey, the AUDPC and cost analysis, the best treatments for controlling powdery mildew of roses (*S. pannosa* var *rosae*) were Tecnocitric 2 L. ha⁻¹, 2 L.ha⁻¹, Cleen Grow 2 L.ha⁻¹ and Microsul(s) 2.5 L.ha⁻¹ and the products which had less control were Funqui (*Bacillus subtilis*) 2 L.ha⁻¹ and 4 L.ha⁻¹, AZ41 1.5 L.ha⁻¹.

Key Words: Powdery mildew, Biorational, Funqui, *Bacillus subtilis*, Cleen Grow, Azufre coloidal, strobilurins

DEDICATORIA

A **Jesucristo** mi amado redentor por quien vivo.

A la memoria de mis padres (†).

A **Klelia** mi amada Esposa porque eres un baluarte que me ha sostenido durante el tiempo que hemos compartido nuestra existencia.

A mis entrañables hijas: **Rebeca Adriana y Klelia Rubí** por la dicha que Dios me dio de tenerlas y han sido el motivo de todos mis esfuerzos para superarme.

A mis hermanos y hermanas: **Luis, Rebeca, Elisa, Rommel, Ernesto, Porfirio, Obed y Maricela** porque juntos compartimos tiempos hermosos y muchas ilusiones.

A la familia Moreno Zárate porque han sido un ejemplo de amor, unidad y superación constante.

Al MC. Francisco Ponce González porque en este trabajo está impreso su esfuerzo, su tiempo y dedicación. Gracias maestro Ponce porque sin tu ayuda no se hubiera logrado. Gracias por tu amistad.

En especial dedico esta Tesis a mi querido hermano Porfirio Gutiérrez. Es un sencillo logro comparado con la batalla que libras; el premio, un reconocimiento académico para mí, el tuyo, la lucha por la vida. Espero que esto te de fuerzas para continuar.

“Bienaventurado el varón..... sino que en la ley de Jehová esta su delicia y en su ley medita de día y de noche. Será como árbol plantado junto a corrientes de aguas, que da fruto en su tiempo y su hoja no cae y todo lo que hace prosperará”. **Salmo 1: 1-3.**

Gustavo

AGRADECIMIENTOS

A mi **SEÑOR JESÚS**, quien sustenta todas las cosas con su poder.

A la Universidad Autónoma Chapingo, Mi **alma Mater**.

Al Departamento de Parasitología y al Posgrado en Protección Vegetal. Por brindarme sus espacios, aulas, laboratorios, personal docente y administrativo para mi formación académica.

Al Dr. Marcelo Acosta Ramos. Por su valiosa dirección de esta tesis.

Al MC. Francisco Ponce González por su invaluable contribución en la elaboración de este trabajo.

Al Dr. Víctor Manuel Pinto. Por sus valiosas aportaciones y consejos. Colega gracias también por la amistad con que me has distinguido todos estos años.

Al MC. Horacio Koji Osada Velázquez por sus atinadas aportaciones.

Al MC. Emilio Castillo por su asesoría desinteresada en los aspectos estadísticos de este trabajo.

Al Dr. Luis Ramiro García Chávez por sus consejos y asesoría.

Al Dr. Juan Fernando Solís Aguilar por su amistad e invaluable consejos.

Al Dr. José Luis Romo. Por su apoyo y amistad.

A mis Amigos y Compañeros de trabajo: Gladys, Normita, Tere y Arturo. Gracias por su amistad desinteresada y por motivarme a seguir adelante.

A todos aquellos que de una u otra forma participaron en la conclusión de este trabajo.

DATOS BIOGRÁFICOS

Gustavo Gutiérrez González es originario de Mexicali, Baja California, lugar donde realizó sus estudios primarios. La secundaria la cursó en esta misma ciudad, en la Escuela Tecnológica Agropecuaria No. 4.

De 1975 a 1982 estudió la carrera de Ingeniero Agrónomo Especialista en Parasitología Agrícola en el Departamento de Parasitología, de la Universidad Autónoma Chapingo.

Su experiencia profesional la desarrolló inicialmente en el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México. Posteriormente, se desempeñó como técnico en empresas de Producción de Flores de Corte en los estados de México y Michoacán.

Fungió como Coordinador Estatal del Programa de Invernaderos de Tlaxcala.

Ingresa a la UACH en 1994 como jefe de Empresas de Servicio del Patronato y más tarde se desempeña como Subdirector de Patrimonio.

En 1998 funge como Subdirector Administrativo del Departamento de Agroecología de la UACH.

En 1999 ingresa a la UACH como Profesor de Tiempo completo para impartir Cursos de Comprensión de Lectura en Inglés en la Preparatoria Agrícola.

Colabora en el Departamento de Mecánica Agrícola impartiendo cursos de inglés comunicativo y apoyó el cambio del Plan de estudios con fines de acreditación de la carrera de Ingeniero en Mecánica Agrícola de este Departamento.

En 2005 fue electo Contralor General de la UACH.

CONTENIDO

Páginas

	Dedicatoria	ii
	Agradecimientos	iii
	Datos Biográficos	iv
	Resumen – Abstract	v
	Índice de contenido	vi
	Índice de Cuadros	ix
	Índice de Figuras	x
	Indice de anexos	xi
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1.	DEL CULTIVO	6
2.1.1.	Importancia económica	6
2.1.2.	Origen	7
2.1.3-	Ubicación taxonómica	8
2.1.4.	Descripción botánica	8
2.1.5.	Requerimientos ecológicos	8
2.1.6.	Variedades	10
2.1.7.	Propagación	10
2.2.	PROBLEMAS FITOSANITARIOS	10
2.2.1.	Principales plagas	10
2.2.2.	Principales enfermedades del rosal	11
2.3.	Cenicilla del rosal	11
2.3.1.	Historia del patógeno	11
2.3.2.	Rango de hospedantes.....	12
2.3.3.	Importancia	12

92.3.4.	Distribución	13
2.3.5.	Ubicación taxonómica	14
2.3.6.	Sintomatología	14
2.3.7.	Diseminación	16
2.3.8.	Morfología del patógeno	16
2.3.9.	Ciclo biológico	17
2.3.10.	Control	19
2.3.10.1.	Control cultural	20
2.3.10.2.	Control biológico	20
2.3.10.3.	Control químico	21
2.4.	Fungicidas biorracionales.....	26
2.4.1.	Definición de fungicida biorracional	27
2.4.2.	Clasificación de los pesticidas biorracionales	27
2.4.3.	Ventajas de los fungicidas biorracionales	28
2.5.	Características de los fungicidas evaluados	29
2.5.1.	Funqui (<i>Bacillus subtilis</i>)	29
2.5.1.1.	Clasificación	30
2.5.1.2.	Descripción	30
2.5.1.3.	Habitat	30
2.5.1.4.	Morfología	31
2.5.1.5.	Modo de acción	31
2.5.1.6.	Otras características importantes	33
2.5.2.	Cleen Grow	34
2.5.2.1.	Modo de acción	36
2.5.3.	Mix protective (S)	37
2.5.4.	Microsul (S)	37
2.5.4.1.	Modo de acción de los azufres	39
2.5.5.	AZ41	40
2.5.5.1.	Modo de acción	42
2.5.6.	Tecnocitric	43
2.5.6.1.	Modo de acción	44
2.5.7.	Headline C E (pyraclostrobin)	44

2.5.8.	Modo de acción	45
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	47
3.1.	Ubicación y características del lugar	47
3.2.	Diseño experimental	47
3.3.	Tratamientos	48
3.4.	Aplicación de los tratamientos	48
3.5.	Evaluaciones	49
3.6.	Análisis de datos	51
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	54
4.1.	Análisis de varianza	54
4.1.1.	Preevaluación	54
4.1.2.	Primera evaluación	54
4.1.3.	Segunda evaluación	56
4.1.4.	Tercera evaluación	59
4.1.5.	Cuarta evaluación	63
4.1.6.	Quinta evaluación	66
4.2.	Área bajo la curva	69
4.3.	Análisis de costos de aplicación de los fungicidas biorracionales....	70
4.4.	Resultados generales	75
5.	CONCLUSIONES	79
6.	LITERATURA CITADA	81
7.	ANEXOS	89

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Propiedades del Ingrediente activo Pyraclostrobin	45
Cuadro 2. Fungicidas y dosis evaluadas para el Control Biorracional de la cenicilla del rosal (<i>S. pannosa</i> var <i>rosae</i>) en.....	48
Cuadro 3. Escala para medir el grado de infección de la cenicilla del rosal (<i>S. pannosa</i> var <i>rosae</i>)	50
Cuadro 4. Escala de puntuación para evaluar el efecto fitotóxico de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (<i>S. pannosa</i> var <i>rosae</i>)	50
Cuadro 5. Prueba de Tukey de comparación de medias de los porcentajes de infección de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla el rosal (<i>S. pannosa</i> var <i>rosae</i>). Primera evaluación	55
Cuadro 6. Prueba de Tukey de comparación de medias de los porcentajes de infección de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (<i>S. pannosa</i> var <i>rosae</i>). Segunda evaluación	56
Cuadro 7. Prueba de Tukey de comparación de medias de los porcentajes de infección de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (<i>S. pannosa</i> var <i>rosae</i>). Tercera evaluación	59
Cuadro 8. Prueba de Tukey de comparación de medias de los porcentajes de infección de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (<i>S. pannosa</i> var <i>rosae</i>), Cuarta evaluación	64
Cuadro 9. Prueba de Tukey de comparación de medias de los porcentajes de infección de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (<i>S. pannosa</i> var <i>rosae</i>), Quinta evaluación	67
Cuadro 10. Área bajo la curva de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (<i>S. pannosa</i> var <i>rosae</i>),.....	69
Cuadro 11. Costos de aplicación de los fungicidas evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (<i>S. pannosa</i> var <i>rosae</i>),.....	71

INDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Eficacia y porcentaje de infección de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (<i>Sphaerotheca pannosa</i> var. <i>rosae</i>) 1ª Evaluación.....	55
Figura 2.	Eficacia y porcentaje de infección de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (<i>Sphaerotheca pannosa</i> var. <i>rosae</i>) 2ª Evaluación.....	58
Figura 3.	Eficacia y porcentaje de infección de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (<i>Sphaerotheca pannosa</i> var. <i>rosae</i>). 3ª Evaluación.....	60
Figura 4	Eficacia y porcentaje de infección de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (<i>Sphaerotheca pannosa</i> var. <i>rosae</i>). 4ª Evaluación	65
Figura 5	Eficacia y porcentaje de infección de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (<i>Sphaerotheca pannosa</i> var. <i>rosae</i>). 5ª Evaluación.....	68
Figura 6	Área bajo la curva de los tratamientos con fungicidas biorracionales para el control de la cenicilla del rosal (<i>Sphaerotheca pannosa</i> var. <i>rosae</i>).....	70
Figura 7	Costo por tratamiento de aplicación de los fungicidas biorracionales para el Control de la cenicilla del rosal (<i>Spaherotheca pannosa</i> var. <i>rosae</i>).....	73
Figura 8	Porcentajes de infección de (<i>Sphaerotheca pannosa</i> var. <i>rosae</i>) en las evaluaciones del Control biorracional.....	76
Figura 9	Porcentajes de eficacia de los fungicidas biorracionales en el control de la cenicilla del rosal (<i>Sphaerotheca pannosa</i> var. <i>rosae</i>).....	78

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	Análisis de varianza de los porcentajes de eficacia de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (<i>S. pannosa</i> var. <i>rosae</i>). Primera evaluación.....	89
ANEXO 2	Análisis de varianza de los porcentajes de infección de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (<i>S. pannosa</i> var <i>rosae</i>). Primera evaluación.....	89
ANEXO 3	Análisis de varianza de los porcentajes de eficacia de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (<i>S. pannosa</i> var <i>rosae</i>). Segunda evaluación	89
ANEXO 4	Análisis de varianza de los porcentajes de infección de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (<i>S. pannosa</i> var <i>rosae</i>). Segunda evaluación.....	89
ANEXO 5	Análisis de varianza de los porcentajes de eficacia de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (<i>Spaherotheca pannosa</i> var <i>rosae</i>). Tercera evaluación.....	90
ANEXO 6	Análisis de varianza de los porcentajes de infección de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (<i>S. pannosa</i> var <i>rosae</i>) Tercera evaluación.....	90
ANEXO 7	Análisis de varianza de los porcentajes de eficacia de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (<i>S. pannosa</i> var <i>rosae</i>). Cuarta evaluación.....	90
ANEXO 8	Análisis de varianza de los porcentajes de infección de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (<i>S. pannosa</i> var <i>rosae</i>). Cuarta evaluación.....	90
ANEXO 9	Análisis de varianza de los porcentajes de eficacia de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (<i>S. pannosa</i> var <i>rosae</i>). Quinta evaluación.....	91
ANEXO 10	Análisis de varianza de los porcentajes de infección de los tratamientos evaluados para el control la cenicilla del rosal (<i>S. pannosa</i> var <i>rosae</i>). Quinta evaluación.....	91
ANEXO 11	Figura que muestra las temperaturas en °C mínima, máxima y promedio registradas en el municipio de Villa Guerrero.....	92
ANEXO 12	Distribución histórica mensual (30 años) de la precipitación pluvial y temperatura del municipio de Villa Guerrero, Estado de México.....	93
ANEXO 13	Distribución histórica mensual (30 años) de la temperatura en el municipio de Villa Guerrero, Estado	94

.....

ANEXO 14	Distribución histórica mensual (30 años) de la precipitación pluvial en el municipio de Villa Guerrero, Estado de México.....	95
ANEXO 15	Distribución histórica mensual (30 años) de días con lluvia en el municipio de Villa Guerrero, Estado de México.....	96

INTRODUCCIÓN

El hombre desde la antigüedad ha desarrollado la floricultura, ya sea por la belleza de las plantas en su conjunto o por alguna de sus partes. Éstas se han utilizado para adornar los lugares donde transcurre su vida, con la finalidad de procurarse un ambiente más agradable o bien festejar algún evento que tenga relevancia subjetiva en sus costumbres. De esto se destaca que los griegos tejían flores de clavel en coronas para premiar a sus atletas (Fuentes, 1996).

Los principales países productores de flores a nivel mundial son Holanda con 7,378 ha, Estados Unidos con 20,181 ha y Japón con 17,569 ha. Estos tres países controlan aproximadamente el 50 % del valor de la producción mundial y más del 20% del área de producción¹.

El consumo de flores y plantas, estimado actualmente en 44 mil millones de dólares, se prevé que continuará creciendo, ya que la población mundial y el poder adquisitivo también lo harán; aunado al fenómeno de movilización de la población de las zonas rurales hacia las áreas urbanas, lo cual favorecerá el consumo de flores. Por lo anterior, se hace notar que el consumo de las ornamentales en los tres grandes mercados a saber: Europa, Estados Unidos y Japón crecerá entre el 4% y el 6% aproximadamente².

El mercado de los Estados Unidos para 2007, representó un valor cercano a los 20 mil millones de dólares anuales, de los cuales se importaron casi \$13 mil millones, que representaron el 70% del total y \$6 mil millones, que compone el otro 30% se produjo en ese país. Esta demanda externa de flores representa

¹ <http://www.slideshare.net/alfredorodolfo/flores-y-comercio-internacional>

² <http://www.slideshare.net/alfredorodolfo/flores-y-comercio-internacional>

para la región de América Central, Sudamérica y especialmente para México una oportunidad esencial de contribuir a este gran mercado³

Lo anterior significa para nuestro país un reto enorme de producir las flores que los Estados Unidos necesitan, compitiendo abiertamente con países que en estos tiempos dominan el mercado estadounidense como lo son Colombia, Holanda, Canadá, Israel y otros que están a mayor distancia que México y que sin embargo, están satisfaciendo las necesidades de flores de la Unión Americana (Anónimo, 2006).

Para tal efecto, la República Mexicana por su ubicación geográfica, con sus casi dos millones de km cuadrados de superficie presenta características fisiográficas con condiciones naturales de clima, suelo, agua, etc. que favorecen la presencia de una enorme diversidad de microclimas, en las cuales se desarrollan las plantas ornamentales. Estas condiciones naturales, son similares a las que se presentan en el caso de California y Florida en los Estados Unidos; la sabana de Bogotá en Colombia, el Westland en Holanda, Lyon en Francia y las partes altas de Tailandia, lugares donde se cultiva la mayor superficie de flores en el mundo (FIRA, 1994 citado por Herrera y Zenil, 2001).

México ocupa el décimo séptimo lugar como país exportador a Estados Unidos y Canadá principalmente; en 2009 los productores vendieron 63.5 millones de dólares; siendo las rosas para corte las que ocuparon el segundo lugar de las exportaciones señaladas, sólo después de las gladiolas (FIRA, 1994 citado por Herrera y Zenil, 2001).

³ http://www.bajaeco.com/colabor/2006/rluque_01.cfm

De todas las flores, el rosal (*Rosa* sp.) es la planta de jardín y de flor cortada de invernadero más importante comercialmente. A través del tiempo se ha considerado como el símbolo perfecto de la belleza y es la única flor que se puede cosechar durante todo el año. Esta planta se cultiva en campos, invernaderos, jardines e interiores. En México, es una fuente de divisas para la economía nacional (Mendoza, 1993).

La mayor parte de la producción de rosas en nuestro país se localiza en el estado de México, siendo los principales municipios productores Villa Guerrero, Coatepec Harinas y Tenancingo (Cruz *et al.*, 2003).

En muchas zonas productoras de rosas para flor de corte de México y en Villa Guerrero no es la excepción, la calidad y cantidad de la producción se ha visto severamente mermada por el ataque de las plagas y enfermedades como son pulgones, araña roja, escamas, mosquita blanca, trips y diferentes larvas de lepidópteros. Así mismo existen patógenos que también causan daños a las plantas, entre ellas se pueden enlistar al moho gris, mildiú, verticillium, bacteriosis, cancrisis, la pudrición blanca y la cenicilla (Cotero, 1991).

De las enfermedades señaladas anteriormente una de las más importantes es la cenicilla del rosal causada por el hongo *Sphaerotheca pannosa* var *rosae*, ya que se presenta en todas las regiones donde se cultivan rosas, causando problemas tan serios que en algunas zonas se considera la enfermedad más grave, debido a que su ataque causa daños en folíolos, tallos, pétalos y receptáculos; como consecuencia reduce el desarrollo de la planta, la calidad de las flores y su valor económico (Mendoza, 1993).

Para controlar la enfermedad se requiere por parte del productor invertir recursos económicos, técnicos y humanos, principalmente en la adquisición y aplicación de fungicidas; los cuales reducen sus utilidades, por lo se requiere estar utilizando nuevas estrategias de control y productos más eficaces.

Los esfuerzos señalados, si bien son necesarios, también es cierto que han tenido sus consecuencias en el ámbito de la resistencia del patógeno, daños económicos al productor y por supuesto efectos nocivos en el ambiente. Además, los mercados de exportación, principalmente los europeos y japoneses están aplicando más altos estándares de calidad, para lo cual, una parte importante de los productores nacionales no está preparado.⁴

Ante este panorama, y en virtud de que por el momento no se puede prescindir del uso de fungicidas para el control de la enfermedad y debido a que no existen trabajos de control que contemplen el uso de productos que además de ser eficaces contra la enfermedad, no sean dañinos al ambiente y que su modo de acción tampoco seleccione resistencia en el hongo, se plantea este trabajo con los objetivos siguientes:

1. Evaluar la eficacia biológica en dos diferentes dosis de los fungicidas biorracionales Funqui (*Bacillus subtilis*), Cleen Grow, Mix Protective (S), Microsul (S), AZ41, Tecnocitric y Headline (Pyraclostrobin).
2. Determinar el mejor fungicida tomando en cuenta su eficacia y los costos de su aplicación.

⁴ <http://www.slideshare.net/alfredorodolfo/flores-y-comercio-internacional>

3. Evaluar el comportamiento temporal de la cenicilla (*Sphaerotheca pannosa* var *rosae*) del rosal.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Del Cultivo

2.1.1. Importancia económica

El negocio de las flores de corte se considera uno de los más rentables en el mundo. Europa, los Estados Unidos y Japón concentran actualmente la mayor parte de la demanda de flores y se espera que en los próximos años, los dos últimos países mencionados sean los principales consumidores de ornamentales (Anónimo, 2006).⁵

El principal destino de las exportaciones de flores de nuestro país se concentra principalmente en los mercados de los Estados Unidos a dónde va el 90% de ellas, seguido de otros países como Canadá y Japón, así como algunos países de Europa Occidental, entre ellos Alemania y Francia (Anónimo, 2006).⁶

En el Estado de México, el desarrollo que han tenido los cultivos ornamentales es muy importante, en virtud de que para el año 2000 se cultivaba un total de 26 especies ornamentales y para el año 2005 se encontraba un total de 42 lo cual indica un aumento del 61.5 % y el número de hectáreas se incrementó para este fin (Anónimo, 2006).

De acuerdo con Horst (1983) la rosa es la más popular de las plantas ornamentales de jardín y así mismo es la más importante flor de corte comercialmente cultivada bajo invernadero.

⁵ <http://www.infoacerca.gob.mx/claridades/revistas/154/ca154.pdf>

⁶ <http://www.infoacerca.gob.mx/claridades/revistas/154/ca154.pdf>

El estado productor de rosas más grande del país es el Estado de México en el cual se destinaron un total de 481 ha y dentro de este, el municipio de Villa Guerrero se mantiene como principal productor con 265 ha de rosal, las cuales alcanzaron en el año 2006 un valor de la producción de 529,978.80 miles de pesos, de tal manera que por cada hectárea cultivada se obtuvo un valor de 1999.92 miles de pesos, esta información da una idea de la rentabilidad de este cultivo (Anónimo, 2006).

La rosa (*Rosa* sp) ha sido considerada desde tiempos remotos como el símbolo de la belleza por excelencia. Su historia se remonta a 3000 años y a la fecha existe gran aceptación por el cultivo de esta flor, en virtud del grado de comercialización que ha alcanzado con la venta de flor fresca de corte, así como plantas para múltiples propósitos (Gutiérrez, 1988).

2.1.2. Origen

Albertos (1969) señala que los orígenes de la rosa (*Rosa* sp) se encuentra posiblemente en los macizos montañosos de la meseta de Irán, de Pamir y del Tíbet, en el Asia Central. Además, López (1981) asevera que los fósiles más antiguos del género *Rosa* tienen más de 30 millones de años, y Heitz (1990) los ubica con más de 40 millones de años. Sin embargo actualmente estas formas primitivas están extintas.

2.1.3. Ubicación taxonómica

De acuerdo con Rodríguez y Porras (1996) la ubicación taxonómica de la rosa es la siguiente:

Reino: Vegetal

División: Antophyta

Clase: Dicotiledoneae

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Género: *Rosa*

Especie: *Rosa* spp.

2.1.4. Descripción botánica

Hasek (1996) describe la planta de rosal como arbustiva y a veces trepadora; se reproduce por semilla, estacas o injertos; Con tallos generalmente espinosos o glabros, sus hojas son imparipinadas y compuestas; la inflorescencia puede ser corimbiforme, paniculada o solitaria; las flores son pentámeras y cíclicas de colores que varían desde el rojo, blanco, amarillo, naranja, lavanda con muchos matices y sombras entre ellos. Las flores nacen en tallos espinosos y verticales. El fruto es pequeño, rojos, con numerosas semillas llamadas gámbulos.

2.1.5. Requerimientos ecológicos

De acuerdo con Hasek (1996) los requerimientos de temperatura de invernadero nocturna óptima para la rosa es de 16° C, mientras que las temperaturas diurnas deben mantenerse a 20° C en días nublados y de 24 a 28° C en días soleados. Los valores mencionados, pueden mantenerse ligeramente inferiores o superiores durante periodos relativamente cortos sin

que se produzcan serios daños, pero una temperatura nocturna continuamente por debajo de los 15° C retrasa el crecimiento de la planta, produce flores con un gran número de pétalos y deformes en el caso de que abran. Temperaturas excesivamente altas también dañan la producción, apareciendo flores más pequeñas de lo normal, con escaso número de pétalos y de color más pálido (Sandoval, *et al.* 1988).

Por otro lado, la luz influye en la aparición de yemas y por lo tanto en la producción de flores, la formación del aroma y en la coloración de los pétalos (Sandoval, *et al.* 1998). Hasek (1996) añade que cuando prevalecen elevadas intensidades luminosas y larga duración del día, la producción de flores es más alta que durante los meses de invierno.

Con respecto a la humedad, Alpi (1991) consigna que la humedad relativa es la relación porcentual entre la presión de vapor del aire a una determinada temperatura y la presión de vapor del aire saturado a esa temperatura y según Sandoval, *et al.* (1988) la óptima para un desarrollo normal de cultivo del rosal es de 80% a 90 % ya que es muy sensible a la desecación,

Langhans (1978) reporta que el CO₂ del aire que rodea la planta es absorbido por las hojas y por la acción de la luz se transforma en azúcares en la fotosíntesis. Por ello, el CO₂ puede ser también un factor limitante de este proceso junto con la temperatura. Cuando la atmosfera del invernadero se enriquece de bióxido de carbono, se incrementa la eficiencia fotosintética del cultivo, y con ello la calidad y el rendimiento. Principalmente aumenta el largo del tallo y el número de pétalos.

Bañon, *et al.* (1993) mencionan que las rosas toleran un suelo con pH ácido aunque lo ideal es mantenerlo entre 6 y 7 para las rosas que son injertadas sobre patrón *Rosa canina* y 7 a 7.5 cuando son injertadas sobre *Rosa indica*.

2.1.6. Variedades

Las empresas productores de rosas en el municipio de Villa Guerrero manejan una gran cantidad de cultivares, según lo requiera el mercado, de los cuales, los de color rojo son los más apreciados y en menor proporción, los cultivares de color blanco y amarillo (Cotero, 1981).

2.1.7. Propagación

Bañon, *et al.* (1993) mencionan que la propagación del rosal se puede realizar por semilla o de forma vegetativa. Sin embargo, por injerto se multiplican las variedades y por semilla o mediante estacas los porta-injertos lo que exige disponer de plantas madre. Además de estas formas de propagación, de un tiempo a la fecha, se están multiplicando por medio de cultivos in vitro.

2.2. Problemas fitosanitarios

2.2.1. Principales plagas

Entre la principales plagas que atacan el rosal según Romero (1996) se encuentran los pulgones de los géneros *Myzus persicae*, *Macrosiphum rosae* y *Macrosiphum euphorbiae*. Así mismo, señala que los rosales pueden ser infestados por los pulgones que proceden del durazno, del rosal y de la papa. Otras de las plagas mencionadas por el mismo autor se refiere al Escarabajo asiático (*Maladera castanea*), el curculionido del rosal (*Rynohites bicolor*), la chicharrita del rosal (*Edwardsiana rosae*), trips agrupados en cuatro géneros

(*Frankliniella*, *Thrips*, *Caliothrips* y *Exophthalmothrips*) y araña roja (*Tetranychus urticae*).

2.2.2. Principales enfermedades del rosal

De acuerdo con Nexticapan (1998) y Martínez (2003) las enfermedades que afectan este cultivo son principalmente ocasionadas por hongos, bacterias, virus y nematodos. Las causadas por hongos son las que provocan las mayores pérdidas económicas ya que todas las partes de la planta son susceptibles de ser afectadas por estos patógenos. Así mismo, Mendoza (1993) añade que las enfermedades se clasifican en tres grupos, dependiendo del área de la planta afectada a saber: enfermedades del follaje, enfermedades del tallo y enfermedades de la raíz.

De acuerdo con Mendoza (1993) y Romero (1996) las enfermedades más importantes son la Cenicilla de Rosal (*Sphaerotheca pannosa* var *rosae* (Wall. Ex. Fr) Lev. Wor.), Mildiú (*Peronospora sparsa* Berk.), Mancha negra (*Marsonina rosae*), Pudrición gris de las flores (*Botrytis cinerea*), Cancro del tallo (*Coniothyrium wernsdorffiae* (Laub)), Pudrición blanca de la raíz (*Rosellinia necatrix*) y Marchitez por Verticilio (*Verticillium* sp), entre otras.

2.3. Cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* Wallr. Ex fr.) Lev. Var *rosae* Wor.)

2.3.1. Historia del patógeno

Theophrasto realiza la primera descripción de la cenicilla del rosal alrededor de 300 años antes de Cristo, sin embargo es hasta el año 1819 que Walroth describe primeramente al patógeno causante como *Alphitomorfa pannosa*. Más

tarde, éste fue transferido al género *Eryshiphe*, como *E. pannosa* en 1829 y finalmente fue descrito y puesto en el género *Sphaerotheca* en 1851. De manera que el hongo permaneció identificado como *S. pannosa* (Wallr. Ex. Fr.) Lev. Algunas autoridades reconocen la división de la especie por Woronchine en 1914 dentro de dos variedades: var *rosae* infectando rosas y var. *Persicae* infectando durazno y almendro (Horst, 1983).

2.3.2. Rango de hospedantes

Se ha demostrado que razas de *S. pannosa* var *rosae* presentan un amplio rango de patogenicidad entre varias especies del género *Rosa* y variedades de la misma. Además, algunas razas patogénicas en *Rosa* spp. Infechan *Prunus persicae* por un periodo muy limitado del desarrollo del hospedante (Coyier, 1984)

El patógeno que causa la cenicilla del rosal, al parecer es una forma distinta de *S. pannosa* debido a que en algunas ocasiones el hongo del rosal no ataca duraznos y viceversa. Sin embargo, el ciclo de vida y el comportamiento del hongo son en ambos casos, de tal modo, que ambos aspectos sean descritos como si se tratase de uno solo (Agrios, 2010).

2.3.3. Importancia

La cenicilla, también conocida como *Oídio* es sin duda la enfermedad más divulgada y conocida que causa más daños en las plantas de rosal. Aunque, en general, la planta no muere debido al ataque de la enfermedad, ésta transforma el aspecto de las partes atacadas dándoles un efecto de invasión de un polvo muy fino, de color blanquecino que muchos denominan “ceniza” y algunos otros “blanco del rosal”. Este hongo ataca las espinas en su base, a

los tallos en sus partes más tiernas, a las hojas jóvenes en toda el área, y en todo el pedicelo. El patógeno invade el botón antes de abrir los pétalos y cuando estos abren su aspecto es deplorable, por que pierden color a manera de pústulas blanquecinas y hasta los sépalos son atacados (Ferrer, 1991)

La cenicilla del rosal es probablemente la enfermedad más importante y el mayor problema de los rosales de invernadero, jardín y rosales crecidos en el campo (Horst, 1983).

Los daños causados por esta enfermedad se presentan en hojas tallos, pétalos y receptáculos. Como consecuencia de su ataque la cenicilla reduce el desarrollo de la planta, el crecimiento foliar y su capacidad fotosintética. Todo esto disminuye la calidad de las flores y su valor económico.

La cenicilla del rosal, causada por el hongo *Sphaerotheca pannosa* (wallr) lev. Var. *rosae* Wor. Es probablemente la enfermedad más frecuente e importante en rosas de invernadero. Esta importancia se ha incrementado durante los últimos 10 o 15 años y a consecuencia de ello, la gran mayoría de los productores comerciales invierten fuertes recursos económicos en controlarla (Mendoza, 1993).

2.3.4. Distribución

A nivel mundial, las enfermedades mayormente distribuidas son la cenicilla del rosal causada por el hongo *Sphaerotheca pannosa* var *rosae* y la mancha negra causada por el hongo *Diplocarpon rosae* (Sinh, 1996). La cenicilla del rosal se presenta en todas las partes del mundo donde se cultiva esta ornamental (Agrios, 2010).

En México, Mendoza (1993) la ubica como la enfermedad más ampliamente distribuida y señala que actualmente se presenta en todos los estados donde se cultivan rosas, entre estos en Michoacán, Morelos, Estado de México, Puebla, Hidalgo, Veracruz, Distrito Federal y en otras áreas del país, donde ha causado serios problemas a tal grado que en muchas zonas es considerada la enfermedad más grave.

2.3.5. Ubicación taxonómica

La clasificación taxonómica del hongo causante de la cenicilla del rosal es la siguiente⁷

Reino: Fungi

División: Eumycota

Clase: Ascomycete

Orden: Erisiphales

Familia: Erisiphaceae

Género: *Sphaerotheca*

Especie: *Sphaerotheca pannosa*

2.3.6 Sintomatología

La enfermedad inicia en los folíolos jóvenes donde se aprecian ligeros abultamientos en el haz, semejantes a ampollas, que posteriormente crecen y se llegan a cubrir con un crecimiento blanquecino del hongo del aspecto polvoso, que hace que la hoja se deforme: los folíolos con ataque severo o cubiertas por esta esporulación blanquecina pueden enrollarse, deshidratarse,

⁷ https://www.status.bayer-ca.com/pls/web_bayer/web_bayer.inicio.html

secarse y caer de la planta. Las hojas viejas pueden ser atacadas y en ellas provocar distorsión y se nota menos profusamente el crecimiento blanquecino polvoriento del hongo. Los brotes nuevos pueden cubrirse completamente con la cenicilla, lo que resulta en un empequeñecimiento y enrollado de las hojas, tallos y yemas (Mendoza, 1993).

En infecciones severas las plantas pueden morir. Frecuentemente, las yemas no abiertas son cubiertas por cenicilla y después son dañadas. En muchos casos, las yemas infectadas no abren. Los pétalos, sépalos y receptáculos de los botones florales están expuestos al ataque y en ellos se observan manchas blancas o grises. Los pétalos se decoloran, se achican y eventualmente se secan. En los tallos la infección inicia en los tejidos suculentos, principalmente en la base de la espina y persiste cuando el tallo madura (Mendoza, 1993; Agrios, 2010).

De la misma manera, Agrios (2010) agrega que al principio, la cenicilla aparece sobre las hojas jóvenes de las plantas a modo de zonas vejigosas ligeramente abultadas que al poco tiempo se cubren con hifas polvoriantas y de un color blanco grisáceo, las cuales hacen que las hojas se deformen. Sobre las hojas más viejas de la planta aparecen grandes manchas blancas constituidas por las hifas del hongo, pero por lo común estas hojas se deforman muy poco. Las lesiones de las hojas pueden ser más o menos decoloradas pero al final se necrosan.

En general, en los vástagos verdes y jóvenes aparecen manchas blancas constituidas por las hifas del hongo que son similares a las de las hojas y que coalescen y llegan a cubrir totalmente los ápices de crecimiento; debido a la

infección, estos ápices se arquean y se deforman. En ocasiones, el hongo ataca las yemas de la planta y las cubre con el polvo blanco impidiendo con ello su apertura, la infección avanza hasta los verticilos florales los cuales se decoloran, atrofian y finalmente mueren (Agris, 2010).

2.3.7 Diseminación

Los conidios del hongo son diseminados principalmente por el viento hacia los tejidos más jóvenes de las plantas, por insectos, por residuos de la poda que no son retirados a tiempo del invernadero, y por el personal que labora en el invernadero (Martínez, 2003).

2.3.8 Morfología del patógeno

El micelio del hongo es de color blanco y crece sobre la superficie de los tejidos de la planta, forma haustorios globosos hacia las células epidérmicas de esos tejidos. Después forma un conjunto de hifas sobre la superficie de los tejidos de la planta y algunas de ellas producen conidióforos cortos y erectos. En el extremo de cada uno de ellos se forman varios conidios ovoides, los cuales se mantienen unidos en cadenas (Agris, 2010).

Los conidióforos son cortos y erectos, en su extremo superior se producen conidios de forma ovoide, barril o elípticos y en cadenas basipetaladas de 6 a 10 conidios, truncados por los extremos (Horst, 1983). Mendoza (1993) agrega que los conidios miden de 22.92 a 28.68 micras por 13.63 a 15.8 micras y son los que van a constituir el inoculo secundario que es el encargado de diseminar ampliamente la enfermedad que se va a manifestar como un crecimiento superficial de color blanco y de aspecto polvoso. Esta formación se va a repetir

tan a menudo como las condiciones ambientales lo permitan durante el ciclo del cultivo. A esta fase se le conoce como *Oídium leucomium*.

Cuando las condiciones se vuelven desfavorables para el desarrollo del hongo, se disminuye la producción de conidios y se inicia la formación de otra estructura reproductiva de origen sexual llamada cleistotecio, cuya función es la sobrevivencia del hongo; estas estructuras tienen una forma de globosa a piriforme, miden de 85 a 120 micras de diámetro y poseen pocos apéndices miceloides, septados de color café pálido. El micelio contiene ascas globosas o ampliamente oblongas que miden de 88 a 115 micras de diámetro y que a su vez contienen ocho ascosporas, cada una mide de 20 a 27 por 12 a 15 micras. A esta fase reproductiva se le denomina *Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*. La presencia de los cleistotecios es errática, en ocasiones se presentan en una zona determinada, sobre una variedad en particular y en ocasiones no se forman, sobre todo, en climas benignos, cuando esto sucede la sobrevivencia se debe a los conidios o al micelio que invernan en yemas en dormancia (Agrios, 2010; Mendoza, 1993).

2.3.9 Ciclo biológico

Agrios (2010) y Horst (1983) coinciden en señalar que a temperaturas de 20° C y humedades relativas cercanas al 100% se inicia la germinación de los conidios en las hojas en un tiempo de 2 a 4 horas, por medio de un tubo germinal, 6 horas más tarde se forma el apresorio inicial, el cual produce con rapidez una hifa corta y fina que crece a través de las células de la cutícula y la pared celular, formando un haustorio globoso inicial que se distingue después de 16 a 20 horas por el cual el hongo obtiene sus nutrientes. El tubo

germinativo continúa su desarrollo y se ramifica sobre la superficie de la planta formando haustorios adicionales, esto ocurre entre 20 y 24 horas.

Con la llegada de la estación fría, el hongo cesa la producción de conidios y forman cleistotecios los cuales al principio son globosos y de color blanquecino, los cuales mas tarde se oscurecen y finalmente adquieren un color negro cuando llegan a la madurez. Los cleistotecios maduros presentan varios apéndices miceloides, los cuales esta compuestos de hifas indefinidas, flácidas, que surgen de las células de estos cuerpos fructíferos. Los cleistotecios se encuentran entre las tramas miceliales del hongo localizadas sobre los tejidos de la planta. Las ascosporas continúan su desarrollo durante el otoño y en la primavera llegan a su madurez y se encuentran aptas para ser diseminadas. En la primavera, los cleistotecios absorben agua y se endurecen. El asca individual de cada cleistotecio mueve su ápice hacia afuera, se abre y descarga sus ocho ascosporas maduras, las cuales son diseminadas por el viento. Las ascosporas tiene casi el mismo tamaño que los conidios y presentan un comportamiento similar con respecto a su germinación, infección y formación de estructuras subsecuentes (Agrios, 2010).

Horst (1983) citado por Martínez (2003) asevera que la susceptibilidad del hospedante, la temperatura, la humedad relativa y la presencia de agua libre sobre los tejidos tienen una fuerte influencia sobre el desarrollo de *S. pannosa* var. *rosae*. Además, señala que la temperatura óptima para la germinación de los conidios es de 21° C y de 18° C a 25° C para el crecimiento micelial. La humedad relativa óptima para la germinación de conidios es de 97% a 99%. Sin embargo, la germinación se ve severamente afectada cuando se tiene la presencia de una película de agua sobre la superficie de la hoja. En el campo,

temperaturas nocturnas de 15.5° C y humedades relativas de 90% a 99% son óptimas para la formación de conidios e infección. Condiciones de 26.7° C y humedades relativas de 40% a 70% durante el día favorecen la maduración y liberación de conidios.

2.3.10 Control

Nuevos cultivares de rosa continúan siendo producidos y muchos muestran resistencia a cenicilla. Sin embargo, pocos conservan un alto nivel de resistencia, probablemente debido al desarrollo de nuevas razas de *S. pannosa* que pueden superar esta resistencia (Horst, 1983).

Hay un importante número de nuevas variedades de rosa que muestran un nivel de resistencia moderadamente alto, pero esta no es estable, ya que algunas de ellas son resistentes en algunas áreas geográficas, pero susceptibles en otras o, incluso en una misma localidad, son resistentes algunos años y susceptibles en otros. Esta variabilidad en la resistencia del rosal quizás se debe a la presencia o predominio de diferentes razas del patógeno en diferentes áreas geográficas o durante estaciones de crecimiento. La mayoría de las variedades de rosa son bastantes susceptibles a la cenicilla y en consecuencia requieren mayor protección con fungicidas (Agrios, 2010).

Mendoza (1993) señala que la resistencia en las variedades de rosa para flor de corte al ataque del hongo *S. pannosa* es variable, de manera tal que algunas variedades que la presentan no la conservan por tiempo prolongado, debido posiblemente al desarrollo de nuevas razas del patógeno.

2.3.10.1 Control cultural

De acuerdo con Ontiveros (2004) se debe controlar la temperatura y la humedad relativa en los invernaderos, evitar la succulencia de los tejidos y reducir la cantidad de inóculo mediante la eliminación de los tejidos infectados. Por su parte, Mendoza (1993) recomienda podar los brotes infectados, eliminar las hojas caídas y mantener la humedad relativa baja. A este respecto, Horst (1983) manifiesta que para evitar que el hongo inverne, podar los brotes infestados al final de la temporada en donde el invierno es fuerte, así como el rastrillado y la destrucción de las hojas caídas alrededor de las plantas.

Pape (1970) y Horst (1983) aseveran que el calor con alta humedad, lugares cerrados y poco ventilados, falta de luz, o corrientes de aire y cambios bruscos de temperatura, aunado a una fuerte desecación de la tierra, así como excesivas aplicaciones nitrogenadas y falta de cal, son factores que favorecen el ataque del hongo. Frecuentemente abonados con estiércol de caballo también favorecen el ataque de oídio y en contraparte se reporta que el estiércol de vacuno le favorece en menor grado. Por otro lado, Pape (1979) añade que en terrenos ligeros, arenosos y húmedos, los ataques de cenicilla se incrementan, por lo que es recomendable evitar los factores antes mencionados.

2.3.10.2 Control biológico

Agrios (2010) indica que se han descubierto algunos hongos como *Ampelomyces quisqualis*, *Cladosporium oxysporum*, *Tilletiopsis* sp y *Verticilium leccanii*, así como el insecto *Thrips tabaci* que parasitan o son antagonistas

del hongo que produce la cenicilla del rosal, además de la cenicilla de otros cultivos, sin embargo, hasta ahora no se ha estudiado lo suficiente para el control práctico de la enfermedad.

Martínez (2003) hace mención a otros hongos que han sido reportados con propiedades antagónicas a *S. pannosa var rosae*; dicha relación la presentan los hongos *Stephanoascus flocculosus*, Shaw and Jarvis, *Sporotrix flocculosa* y *Sporotrix rugosa*. De manera que para condiciones controladas, se reporta que la aplicación de *S. flocculosa* en dosis de 1.10^6 esporas por ML sobre hojas infectadas de rosa con *S. pannosa* (Wall. Ex. Fr) Lev. var *rosae* reducen las colonias del patógeno en un 80% en un tiempo de 48 horas. Se han desarrollado experimentalmente varios métodos para el control biológico de patógenos que pueden producir enfermedades fúngicas foliares. Estos patógenos pueden ser reducidos por antagonistas competitivos o por hiperparásitos, para esto se ha utilizado *Sporotrix* sp y *Tilletiopsis washingtonensis* con resultados prometedores en 96 horas.

2.3.10.3 Control químico

Coyier (1983) menciona que el uso de productos químicos para el control de la cenicilla inició en Inglaterra, en el año 1861 con aspersiones de sulfato de cobre pero se suspendieron a causa de la fitotoxicidad que se presentó. Por otra parte, Rodríguez (1994) asevera que el control químico es una de las formas de combate dentro de un programa de control que se inició a partir del descubrimiento del caldo bordelés en 1882 sobre el mildiú de la vid (*Plasmopara viticola*).

Después de repetidas aplicaciones, muchos fungicidas se han vuelto fitotóxicos, algunos de ellos dejan residuos visibles que demeritan la calidad estética del la rosa y otros han generado resistencia en los patógenos a medida que transcurre el tiempo, se han vuelto ineficaces para controlar el hongo. En virtud de lo anterior, se han desarrollado nuevos fungicidas y entre los más populares se encuentra el benomyl, que se usó y produjo excelente control, sin embargo, se han encontrado razas resistentes del patógeno a este producto. De igual forma, los fungicidas fenarimol, nuerimol, triadimefón, triforine y dodemorf son efectivos contra cenicienta y su uso se ha limitado a rosas de invernadero (Coyier, 1983).

Watkins (1983) citado por Rodríguez (1994) demostró que el Baycor (bytertanol) fue efectivo contra cenicienta en estudios llevados a cabo en invernaderos de Virginia y Oklahoma. Del mismo modo, Kolbe y Swartz (1984) citado por Nexticapán (1998) afirman que el Baycor (bytertanol) controló satisfactoriamente la enfermedad con dosis de 0.4 a 0.5 ML.ha⁻¹.

Se reporta que el fungicida Veterano (bytertanol) ejerció el 98% de control del patógeno en dosis de 1.5 ML.L⁻¹, aunque las dosis de 1.0 y 0.7 ML.L⁻¹ ejercieron un control muy aceptable. Así mismo, el myclobutanil fue el segundo mejor producto ya que logró un 91% de control, el resto de los productos dodemorf y triadimefon presentaron los porcentajes de control más bajos alrededor de 75 % de eficacia (Mendoza, *et al.*, 1994).

Mendoza (1993) señala que actualmente se conocen fungicidas curativos que controlan la cenicienta, entre ellos, está el azufre o cualquier otro fungicida con alta presión de vapor, que puede ser utilizado en aspersión, en polvo, o como

azufre vaporizado o volatilizado. El azufre puede usarse en vaporizadores y obtenerse un control excelente de la cenicilla en invernaderos. Las aspersiones de los siguientes fungicidas dan un buen control: Saprool (triforine), Meltatox (dodemorf), Veterano (bytertanol), Bayleton (triadimefon), Benlate (benomyl), Bayfidan (triadimenol), Rally (afugán), entre otros. Sin embargo el mismo autor añade que las aplicaciones de fungicidas protectivos deberán de iniciarse antes de la aparición de los síntomas, y las de los curativos antes de que aparezcan las manchas blancas o cuando se notan las primeras, siendo importante mezclarlos con un producto curativo o haciendo rotación de fungicidas. Además añade, que para un control exitoso es necesario considerar que el ciclo de vida del hongo es de aproximadamente 72 horas y el desarrollo vegetativo del rosal es muy rápido, por lo que se requiere proteger continuamente las partes tiernas en crecimiento.

Romero (1996) consigna que la cenicilla del rosal se ha logrado controlar mediante aplicaciones de azufre, dinocap, benomyl y varios otros fungicidas. El azufre se aplica en forma de aspersiones y espolvoreaciones del follaje y en los invernaderos en forma de vapor. El dinnocap, el benomyl y la cicloheximida se aplican en forma de aspersiones. En la mayoría de las condiciones ambientales, las aplicaciones semanales de estos fungicidas proporcionan una buena protección de las plantas, pero durante un rápido desarrollo de sus órganos, así como durante las variaciones de temperatura y las frecuentes lluvias, es posible que sea necesario que estas aplicaciones se realicen con mayor frecuencia.

En los últimos años se han desarrollado fungicidas más eficaces como el triforine, fenarimol, triadimefon, dodemorf y etaconazol, mismos que han

sustituido a muchos de los fungicidas antiguos para el control de la cenicienta del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var *rosae*). Algunos de ellos, como fenarimol, triadimefon y etaconazol se utilizan en el control de la cenicienta del rosal (*S. pannosa*) en invernaderos mediante la volatilización durante temperaturas normales del invernadero o bien después de un tratamiento con calor. Romero (1988) agrega que el Benomyl, si bien, es un fungicida de amplio espectro, muy recomendado para el control de cenicienta, también está clasificado como de alta propensión de resistencia e incluso se han encontrado cepas resistentes a este fungicida por lo que se recomienda con productos de otro grupo químico.

Ponce (2001) citado por Espinosa (2003) señala que en el grupo de las morfolinas se encuentra el fungicida dodemorf que es muy eficaz en el control de cenicienta del rosal (*S. pannosa*), sin embargo, añade que es muy sensible a la luz directa, por lo que su uso solo se recomienda en invernaderos, ya que brinda protección por tres a cuatro semanas.

Espinosa (2003) menciona que la Universidad de California en 1989 probó que el bicarbonato de potasio es efectivo para el control de cenicienta.

De acuerdo con Horst (1999) citado por Espinosa (2003) reporta que en estudios publicados por la revista Manejo de Invernaderos, aplicaciones de levadura de sodio funcionaron como fungicida en rosas. En este orden, el Dr. Kenneth Horst de la Universidad de Cornell ha observado la supresión de cenicienta y *Alternaria*, las cuales representan los mayores problemas para las rosas en Nueva York.

Nexticapan (1998) encontró que Azoxystrobin en dosis de 600 G.ha⁻¹ presentó el mejor control de la enfermedad., sin embargo, también el mismo producto en

dosis de 400 G.ha⁻¹ fue eficaz para el control de la cenicilla e incluso éste pero en dosis de 200 G.ha⁻¹ fue mejor que dodemorf a dosis de 3 L.ha⁻¹. Los resultados anteriores, tiene cierta concordancia con los estudios de Smith, *et al.* (1999) quienes mencionan que el Azoxystrobin y el Triflumizole presentaron un control intermedio en la cenicilla del rosal (*S. pannosa*).

Martínez (2003) reporta los resultados de un trabajo de control de cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var *rosae*) en el municipio de Villa Guerrero, estado de México mediante los fungicidas inhibidores de la síntesis del ergosterol: dodemorph, bytertanol, y tryflumizole; además probó fungicidas formados de las estrobilurinas: Kresoxim – metil y Trifloxistrobin, menciona que los mejores productos fueron dodemorph a razón de 2 L.ha⁻¹ kresoxim- metilo a razón de 0.5 Kg.ha⁻¹ y triflumizole 0.55 Kg.ha⁻¹. Así mismo, Pérez (2005) añade que el Trifloxtrobin 500 SC en dosis de 1.5 ML.L⁻¹ contó con una eficiencia de control arriba del 84%.

Chávez (2010) señala que de los fungicidas Meltatox (dodemorf), Bayfidan (triadimenol), Kumulus® DF (azufre coloidal), AZ41™ (extractos de *Aloe vera* más otros ingredientes) y Cleen Grow (cuaternario de amonio), los que mejor controlaron la cenicilla (*S. pannosa* var *rosae*) fueron: la mezcla de AZ41 en dosis de 1 ML.L⁻¹ más 1.25 g.L⁻¹ de Kumulus ® DF. El mismo autor comenta que el producto que mejor controló el patógeno fue Cleen Grow, aunque dodemorph también fue eficaz y añade que para que se logre un buen control sobre la enfermedad es de suma importancia que se realice un excelente cubrimiento del follaje y que en el caso de AZ41^{ATM} se recomienda aplicarlo antes del establecimiento del patógeno.

2.4 Fungicidas biorracionales

Los fungicidas son productos fitosanitarios que actúan sobre hongos patógenos.⁸ Por mucho tiempo, los programas de control de plagas y enfermedades solo contemplaron el uso de fungicidas convencionales, debido a su mayor eficacia a corto plazo en el control de enfermedades fungosas, y se consideró que la aplicación de biopesticidas solo se debería usar en sistemas de producción orgánica⁹.

Como consecuencia de lo anterior, los fungicidas que se sintetizaron durante la década de los 60's y 70's del siglo pasado, desarrollaron muy pronto resistencia en los patógenos que deberían controlar, dando como resultado mayor cantidad de aplicaciones, incremento de la dosis del producto, mayor contaminación del ambiente, acumulación de residuos tóxicos en el medio, altos costos de producción, entre otros efectos negativos (Reho, 2010). Al respecto, la misma autora y Banner (2010) refieren que la producción mundial de alimentos ha experimentado una transformación derivada de los factores de calidad y cantidad, lo que ha llevado a los gobiernos de países de Europa, Japón y los Estados Unidos, así como asociaciones de consumidores y comerciantes a ejercer fuerte presión para que se refuercen políticas regulatorias de calidad e inocuidad sobre todo en productos perecederos.

Así mismo, Banner (2009) indica que lo anterior es una fuerte limitante para continuar usando solo los fungicidas convencionales en la agricultura, y obliga a investigadores, productores e instancias del gobierno relacionadas con el

⁸ <http://www.cassafe.org/fungicide.pdf>

⁹ <http://guarico.com.ve/?p=1903>

sector y las empresas que elaboran los productos fungicidas a considerar plaguicidas biorracionales, no solo como alternativas a los plaguicidas químicos sino en rotación con estos.

2.4.1 Definición de fungicidas biorracionales

A este respecto, La Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos identifica los pesticidas biorracionales como inherentemente diferentes de los pesticidas convencionales, que tienen modos de acción fundamentalmente diferentes, y en consecuencia, reducen los riesgos de efectos adversos como resultado de su uso. Por lo anterior, el término biorracional ha venido a significar cualquier sustancia de origen natural o elaboradas por humanos, que se parecen a las de origen natural, que tiene un efecto negativo sobre plagas objetivo específicas.¹⁰

Por otro lado, Shuster y Stausly (2009) mencionaron, que no obstante, el término se ha utilizado para definir solo aquellos productos derivados de fuentes naturales, es más correcto definirlo como cualquier plaguicida activo contra poblaciones plaga pero relativamente inocuo para organismos que no forman parte del objetivo y por lo tanto no interfieren en el control biológico¹¹.

2.4.2 Clasificación de los pesticidas biorracionales

Los pesticidas biorracionales son agrupados de la manera siguiente:

¹⁰ <http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/W&WinsectSP.htm>

¹¹ <http://www.hortalizas.com/noticias/?storyid=>

a) Bioquímicos: Hormonas, enzimas, feromonas y agentes naturales, tales como reguladores del crecimiento de las plantas y los insectos, b) Microbiales: virus, bacterias, hongos, protozoarios, y nematodos¹².

En los 90's la Agencia de Protección al Ambiente (EPA) de los Estados Unidos comenzó a enfatizar una clase de productos conocidos como biopesticidas. La EPA coloca los biopesticidas en tres categorías: a) Pesticidas Microbiales: Bacterias, hongos, virus o protozoarios, b) Bioquímicos: Sustancias naturales que controlan plagas mediante mecanismos no tóxicos, por ejemplo: feromonas de los insectos, c) Protectantes incorporados a las plantas (PIPs): principalmente plantas transgénicas, por ejemplo, maíz Bt¹³

2.4.3 Ventajas de los fungicidas biorracionales

Moore (2008) indica que los productos biorracionales tienen la particularidad de presentar niveles de toxicidad muy bajos para especies que no son plagas objetivos, son específicos, generalmente se usan dosis bajas, presentan rápida descomposición en el ambiente, trabajan bien en programas de manejo integrado de plagas, reducen la dependencia de los pesticidas convencionales y estimulan que la planta este mas fuerte y sana. Además de esas características favorables, son alternables con agroquímicos y otros productos biológicos, pueden ser usados aun en el día de la cosecha sin ningún riesgo de residuos, utilizables en la agricultura ecológica, no tóxicos para humanos y fauna silvestre, no se ha visto desarrollo de resistencia de las plagas, no provocan estrés en los cultivos por ser fisiológicamente afines y aportan

¹² <http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/W&WinsectSP.htm>

¹³ <http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/W&WinsectSP.htm>

nutrientes, no afectan la fenología de las plantas tratadas y no dependen de condiciones especiales de humedad, temperatura o aireación¹⁴.

Banner (2010) añade que aunado al manejo de la resistencia, residuos, seguridad para la salud, responsabilidad ambiental, los productores buscan promocionar sus productos en mercados más ecológicos a nivel nacional e internacional.

Banner (2010) y Moore (2008) coinciden en que todos los beneficios anteriores solo son parte de lo mucho que pueden ofrecer los fungicidas biorracionales, ya que además, éstos agregan un nivel de control mientras reducen el costo de los productos con un impacto positivo en la calidad del cultivo.

2.5 Características de los fungicidas evaluados

2.5.1 Funqui (*Bacillus subtilis*)

De Castro (2008) señala que *B. subtilis* fue un término que se le adjudicó a todos los bacilos que forman endosporas y a esta bacteria se le nombró primeramente como *Vibrio subtilis* en 1835 y se le clasificó posteriormente en 1872 como *Bacillus subtilis*. De acuerdo con la misma autora, sus propiedades bactericidas fueron descubiertas accidentalmente por soldados alemanes en la segunda guerra mundial debido al gran número de muertes por disentería que ocurría entre a los soldados.

¹⁴ <http://www.hortalizas.com/noticias/?storyid>

2.5.1.1 Clasificación

Bacillus subtilis se clasifica de acuerdo con de Castro (2008) de la manera siguiente :

Reino: Bacteria

Phylum: Firmicutes

Orden: Bacilos

Género: *Bacillus*

Especie: *B. subtilis*

2.5.1.2 Descripción

Es una bacteria grampositiva, aeróbica, con una gran capacidad de diferenciarse y formar endosporas. Sus esporas son resistentes a factores ambientales como el calor, la acidez y la sal, además de que puede resistir en el ambiente por largos periodos de tiempo antes de producir esporas. La espora de la bacteria podría llegar a ser móvil a través de la producción de flagelos y también de adquirir ADN del medio, mediante el sistema de competencia (de Castro, 2008).

2.5.1.3 Hábitat

Comúnmente se le encuentra en el suelo y en la descomposición de los residuos vegetales, produce una gran variedad de proteasas y otras enzimas

que le permiten degradar una gran diversidad de sustratos naturales y contribuir a los ciclos de nutrientes (de Castro, 2008).

2.5.1.4 Morfología

Bacillus subtilis es una bacteria grampositiva que forma colonias de 2 a 4 mm de diámetro, de superficie seca, color marrón, forma irregular, con bordes ondulados, transparencia opaca y en medio líquido tienen una película coherente (de Castro, 2008). Los bacilos son grampositivos de 0.8 mm de diámetro y de 2 a 3 mm de largo con bordes redondeados. Presentan esporas esféricas y centrales que no deforman el bacilo.¹⁵

2.5.1.5 Modo de acción

Butt, *et al.* (1999) citado por Lisboa (2003) y Fernández, *et al.* (2001) mencionan que *B. subtilis* es conocido por ser antagonista de muchos patógenos vegetales. Este antagonismo, se logra a través de diversos mecanismos que incluyen la competencia por nutrientes, exclusión del sitio, colonización del patógeno por la bacteria y/o liberación de componentes celulares durante el crecimiento para eliminar o reducir los competidores en el ambiente inmediato.

El proceso de liberación del contenido celular se cree que ha evolucionado, así el organismo protege su nicho inhibiendo el crecimiento de los competidores y utilizando la misma fuente nutricional, e incluso consumiendo los competidores. Sumando al antagonismo, competencia y la liberación del contenido celular, *B. subtilis* también ha demostrado incluir la resistencia

¹⁵ <http://www.scribd.com/doc/31345785/Bacillus.Subtilis-pdf>

sistémica natural de la planta contra el patógeno bacteriano o fungoso, propiedad llamada Resistencia Sistémica Adquirida (SAR por sus siglas en inglés) (Butt, *et al.*, 1999; Lisboa, 2003).

La bacteria produce sideróforos que son compuestos extracelulares de bajo peso molecular con una elevada afinidad por el ion hierro con lo que previene la germinación de las esporas de los hongos patógenos. Además compite por sustratos en la rizosfera y filosfera con los patógenos de las plantas. Así mismo, produce antibióticos del tipo **Bacilysin** e **iturin** que son altamente fungotóxicos.

Un rasgo importante de la *Bacillus subtilis* es que se le considera promotor de crecimiento ya que al establecerse en el sistema radical protege y estimula la absorción de nutrientes; e induce a la planta a producir **fitoalexinas** que le dan resistencia a la planta al ataque de los patógenos.¹⁶

Ventajas

El uso de la Bacteria como fungicida tiene la ventaja de que no contamina el ambiente, no es tóxico a humanos, animales y plantas, al establecerse en el campo constituye un reservorio benéfico de inoculo y puede usarse en agricultura orgánica y convencional, puede aplicarse con insecticidas, fertilizantes foliares y algunos fungicidas sistémicos¹⁷.

Se consideran dos tipos de dosis la inundativa en aplicación del producto por primera vez y se recomienda 4 Gal.ha⁻¹.

¹⁶ <http://doctor-obregon.com/Bacillussubtilis.aspx>

¹⁷ <http://doctor-obregon.com/Bacillussubtilis.aspx>

En La dosis inoculativa se recomienda de uno a dos Gal.ha⁻¹. La frecuencia de aplicación depende del cultivo y de las enfermedades que se quieren controlar, por lo que el periodo va de 15 a 30 días. Así mismo, se recomienda adicionar leche de 5 a 10 L.ha⁻¹ para potenciar su efecto.¹⁸

2.5.1.6 Otras características importantes

González y Fragoso (2002), citado por Lisboa (2003), así como De Castro (2008) afirman que la bacteria se le considera un organismo benéfico ya que no posee rasgos que causen enfermedades, por lo que no se considera patógeno ni tóxico para los humanos, animales o plantas y que el riesgo potencial asociado con la fermentación de esta bacteria es muy bajo.

De acuerdo con De Castro (2008) la bacteria presenta las siguientes características:

- Es capaz de causar la mortalidad de larvas de mosquitos de la especie *Anophelis culicifacies* que es el insecto vector primario de la malaria en el centro de la India.
- Produce una toxina extracelular conocida como **subtilina** que, aunque tiene propiedades toxico génicas muy bajas, puede causar reacciones alérgicas en individuos que estén expuestos repetidamente a la misma.
- El Manual de Bacteriología Sistemática de Bergey sostiene que la bacteria *B. subtilis* puede degradar la pectina y los polisacáridos de los vegetales y que este microorganismo puede causar la pudrición blanda de la papa.

¹⁸ <http://doctor-obregon.com/Bacillussubtilis.aspx>

- Es antagónica a muchos hongos patógenos de plantas y que este antagonismo lo logra de diferentes maneras, incluyendo la competencia por nutrientes, la exclusión de sitios, la colonización y el acoplamiento de la bacteria al hongo patógeno.
- La bacteria coloniza el sistema radicular de la planta en desarrollo y por lo tanto compete con determinados microorganismos causantes de enfermedades.
- Se utiliza en la producción comercial de enzimas extracelulares como: *Bamylo Ilquefasciens* alfa-amilasa..
- tiene una actividad fungicida natural y se le emplea como agente biológico de control.
- Puede convertir los explosivos en compuestos inofensivos de nitrógeno, de carbono y de agua.
- Crea las enzimas amilasas
- Es un organismo modelo para estudio en laboratorio.

2.5.2 Cleen Grow (Cuaternario de amonio)

Los cuaternario de amonio representan una familia de compuestos antimicrobianos, considerados como agentes activos catiónicos potentes en cuanto a su actividad desinfectante, ya que son activos para eliminar bacterias grampositivos y gramnegativas, aunque estas últimas en menor grado. Son bactericidas, fungicidas y viricidas. Su actividad la desarrollan tanto sobre el medio ácido como el alcalino. No obstante en este último muestra mejores

acciones. Son compatibles con tenso-activos catiónicos, no iónicos y anfotéricos.¹⁹

Clasificación de los cuaternarios de amonio

Primera generación

Cloruro de benzalconio, también denominado como cloruro de n-alkil dimetil bencil amonio, donde la cadena alquílica puede tener variaciones en la composición de número de carbonos. Las cadenas alquílicas de 12 y catorce carbonos son las que presentan mayor poder antibacterial. Esta primera generación surgida hace más de 50 años es la que presenta más baja actividad biocida y dado que tiene muchos años en el mercado de aplicaciones de desinfección, puede existir hoy en día resistencias bacterianas al producto.

Segunda generación

Es un producto cuya denominación química es: cloruro de n –alkil dimetil etil bencil amonio, es decir tiene un radical etilo en el anillo aromático.

Tercera generación

Es una mezcla de las dos primeras generaciones de cuaternarios de benzalconio (primera generación) y el cloruro de alkil dimetil bencil amonio (segunda generación). La mezcla de estos dos cuaternarios resulta tener un incremento en la actividad biocida, mayor detergencia y un incremento en la seguridad de los usuarios por la relativa baja toxicidad que presentan. El uso

¹⁹ <http://quiminet.com/ar2/ar%25f%25f7m%258f%2527%25CC%250A%25f5.html>

de la mezcla coadyuva a evitar la resistencia bacteriana al uso constante de una sola molécula.

Cuarta generación

Denominados “twin of dual quats” o cuaternarios de “cadena gemela”, son cuaternarios con cadenas de alquílicas lineales y sin anillo bencénico. Un compuesto de este tipo es el conocido como cloruro de didecil dimetil amonio o cloruro de octil decil amonio, cada uno aislado. Estos cuaternarios son superiores en actividad germicida, son de baja espuma y tienen una tolerancia a las cargas de proteína y al agua dura. Se recomiendan para desinfección en la industria alimenticia y de bebidas, ya que se pueden aplicar por su baja toxicidad.

Quinta generación

Mezcla de la cuarta generación con la segunda generación, es decir: cloruro de didecil dimetil amonio + cloruro de alquil dimetil bencil amonio + cloruro de alquil dimetiletilbencil amonio + otras variedades según las formulaciones. La quinta generación tiene un desempeño germicida mayor y es de uso seguro.²⁰

2.5.2.1 Modo de acción

Independientemente de las generaciones de los cuaternario de amonio (en adelante CUA), la actividad biológica de estos puede variar en condiciones especiales debido a sus diferentes características. Se ha comprobado que la combinación de dos o más CUA, es más efectivo y menos tóxico que el uso de uno solo (Pisa Agropecuaria, 2008).

²⁰ <http://quiminet.com/ar2/ar%25f%25f7m%258f%2527%25CC%250A%25f5.html>

Los CUA son detergentes catiónicos (contienen cargas positivas), que disminuyen la tensión superficial de una solución, aumentando la permeabilidad de la membrana celular y facilitando la salida del protoplasma e ingreso de agua al interior de la bacteria, haciéndola estallar (Pisa Agropecuaria, 2008).

Los CUA inhiben la respiración o producción ácida de las bacterias grampositivas, inhibiendo el metabolismo. Esto se traduce en una inactivación de los sistemas enzimáticos productores de energía conocida como glicolisis, desnaturalización de proteínas esenciales y ruptura de la membrana celular de las bacterias y hongos produciendo su muerte (Pisa Agropecuaria, 2008).

Los CUA, en especial los de la cuarta y quinta generación, son activos contra bacterias grampositivas y gramnegativas, hongos, levaduras y algunos protozoarios. Los CUA de la quinta generación presentan una elevada actividad germicida y actúa en condiciones muy hostiles como la presencia de materia orgánica y aguas duras (Pisa Agropecuaria, 2008).

2.5.3 Mix Protective (Azufre coloidal)

Es un azufre floable que contiene jabones que hacen que producto tenga mayor contacto con la superficie de la hoja, ya que los jabones tienen la función de dejar el área de la planta libre de polvo e impurezas.

2.5.4 Microsul (Azufre liquido)

Contiene además elementos menores en los siguientes porcentajes: 32 % de azufre equivalente a 430 g de ingrediente activo, Nitrógeno 5% 62 g de ingrediente activo y Calcio 4% equivalente a 50 g de ingrediente activo. Así mismo, este producto contiene fierro (Fe) 766 ppm, Manganeso (Mn) 375 ppm,

Zinc (Zn) 680 ppm, Cobre (Cu) 150 ppm, Molibdeno (Mb) 89 ppm, Boro (Bo) 25 ppm y Magnesio 320 ppm.

El azufre es un fungicida conocido desde tiempos remotos, principalmente en el control de oídios, es un compuesto que existe como tal en la naturaleza, lo que hace que se permita su uso en esquemas de producción orgánica de frutas y hortalizas (Rossini, 2007).

La misma autora señala la importancia del tamaño de la partícula como característica primordial, ya que cuanto más pequeña es la partícula mayor es el poder fungicida del azufre. El tamaño promedio más adecuado es de 4 micrones. Las partículas superiores a 25 micrones tienen poca adherencia y las de más de 44 micrones se desprenden con mucha facilidad del follaje.

Clasificación de los azufres

Existen dos tipos de azufre: a) polvo para espolvoreo y b) polvo mojable.

a) Polvos para espolvoreo se pueden subdividir en

- Azufre molido: se prepara por trituración del producto crudo y el tamaño de sus partículas varía entre 5 y 25 micrones.
- Azufre sublimado se le conoce también como flor de azufre, se obtiene por destilación en cámaras de sublimación. Es considerado el más poderoso antioídico por la facilidad para desprender vapores de azufre.

b) Polvos mojables se subdividen en

- Azufre micronizado común: se le obtiene por molienda o aspiración por aire. El tamaño de las partículas va de 12 a 40 micrones.
- Azufre micronizado atomizado: el tamaño de la partícula es de 1 a 6 micrones
- Azufre coloidal: es obtenido por la precipitación de un sulfuro. Las partículas son muy pequeñas, inferiores a un micrón.
- Azufre floable. Presenta la ventaja de tener mayor capacidad de retención.

2.5.4.1 Modo de acción de los azufres.

De acuerdo con Rossini (2007) el azufre actúa en forma gaseosa, por lo cual no es necesario que el producto entre en contacto con el patógeno y para explicar el modo de acción del azufre se señalan varias teorías:

1. Acción directa. La sustancia actúa directamente sobre el patógeno
2. Teoría de la oxidación. El responsable es el ácido pentatiónico formado por la oxidación del azufre.
3. La teoría del sulfuro de hidrógeno

Sin embargo, la misma autora añade que ninguna de estas teorías es excluyente de la demás, por lo que el poder fungicida del azufre puede atribuirse a la conjunción de todas ellas. Los vapores de azufre son absorbidos por el hongo y provocan en el interior de las células, la formación de sulfuro de hidrógeno que mata al patógeno. Y añade también que el proceso de absorción se da de la siguiente manera: 1) Bloqueo de la respiración celular, 2) Inhibición

de la síntesis del ácido nucleico, 3) Inhibición de la formación de las proteínas y 4) pérdida de energía de la célula.

Chávez (2010) menciona que aunque el modo de acción del azufre no está plenamente esclarecido, concuerda con Rossini (2007) en que existen tres teorías, no obstante este autor las describe de la siguiente manera: 1) Teoría de la oxidación la cual señala es la más antigua y atribuye la actividad fungicida del azufre a su capacidad de oxidarse transformándose en anhídrido sulfuroso SO_2 e incluso en ácido sulfúrico SO_4H_2 , 2) teoría de la reducción, según la cual la acción fungicida del azufre se debe a su reducción a ácido sulfhídrico SH_2 , 3) la teoría de la acción PER-SER del azufre, el producto es capaz de introducirse al metabolismo del hongo, este no distingue entre el azufre y el oxígeno y el primero sustituirá al segundo en los procesos respiratorios y metabólicos, de esta forma el azufre y sus derivados bioquímicos actúan como antimetabolitos. La sustitución de “engaño” a que se refiere es frecuente en quimioterapia y se emplea en muchos medicamentos usuales.

2.5.5 AZ41 (extractos de Aloe vera y otras plantas)

Este producto fue formulado por un empresario filipino y es manufacturado en los Estados Unidos por la compañía cGMP. El producto está compuesto por materiales de base natural y es rico en macro y micro nutrientes que incrementan los rendimientos y protegen los cultivos de plagas y enfermedades a través de generar en la planta propiedades de resistencia sistémica

adquirida, funcionar como estimulante del crecimiento, tener propiedad adherente y mantener los frutos y las hojas limpias.²¹

Los principales ingredientes de AZ-41 son: Aloe Vera. Extractos de plantas las cuales son una fuente rica de siete macro y siete micronutrientes. También contiene vitaminas, minerales, polisacáridos, y ácidos chrysophánicos. Debido a los nutrientes que contiene, éste provee resistencia sistémica adquirida (SAR) para los cultivos.²² También contiene Te de Aceite de *Melaleuca* que es árbol australiano que tiene propiedad germinicida natural, fungicida, bactericida y plaguicida, además de que actúa como un repelente natural de insectos y solubilizador de grasas. Un ingrediente importante lo constituye el Di- Limone Oil .que son extractos de cascaras de cítricos, compuestos en gran parte por terpenos, que actúan como humectante y agentes de limpieza.

Los beneficios que este producto proporciona son:

1. Fertilizante foliar de base orgánica, provee naturalmente todos los macro y micro nutrientes esenciales, polisacáridos, aminoácidos, enzimas y ácidos chrysophánicos.
2. Estimulante del crecimiento, activador de hormonas de crecimiento que ayuda en los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas.
3. Limpiador de frutos y hojas; mejora la calidad de la absorción de la luz solar e incrementa la actividad foto-sintética.

²¹<http://www.AZ41TM.com/home/index.php?option=comcontent&task=view&id=15&/temid=31>

²²

http://www.redbio.org/portal/encuentros/enc2001/posters/05/05_003.html

4. Propiedad adherente y dispersante, sirve como agente adhesivo para incrementar el rango de absorción de nutrientes.
5. Resistencia sistémica adquirida: inmuniza la planta contra los patógenos e incrementa la resistencia al estrés ambiental.²³

2.5.5.1 Modo de acción

Cuando las plantas se defienden de un patógeno se producen al menos tres situaciones, de cuya ocurrencia, interacción y velocidad, depende que se enferme o no: 1) el disparo de una respuesta hipersensible (HR) que consiste en la muerte rápida y localizada de las células invadidas por el patógeno. 2) una acumulación de enzimas, proteínas y metabolitos, algunos con actividad antifitopatógica, restringidos al área de penetración del patógeno, y 3) la inducción de una resistencia sistémica que comienza en el lugar de infección y alcanza todo el organismo.²⁴

Como respuesta al ataque de patógenos, se activan numerosos genes cuyos productos degradan la pared celular de bacterias u hongos, destruyen células infectadas, etc. Esta inducción no ocurre solo en el tejido inicialmente infectado, sino en hojas y otros tejidos expuestos al patógeno gracias a señales que son transportadas a través del floema (Ruiz, et al. 2001). El ácido salicílico es capaz de inducir genes de defensa en hojas no infectadas, si bien algunos trabajos sugieren que este es necesario para establecer la respuesta de

²³<http://www.AZ41TM.com/home/index.php?option=comcontent&task=view&id=15&/temid=31>

²⁴ http://www.redbio.org/portal/encuentros/enc2001/posters/05/05_003.html

defensa en hojas locales y sistémicas, pero no es la señal misma (Ryals, et al. 1995)²⁵.

Experimentos recientes han demostrado en *Arabidopsis thaliana* que una proteína de unión a lípidos es necesaria para el establecimiento de la resistencia sistémica adquirida, lo que podría sugerir que las señales móviles son de naturaleza lipídica (Maldonado et al., 2003). Por otra parte, el daño mecánico por insectos activa genes de inhibidores de proteasas altamente tóxicos para estos. Señales transportadas a través del floema inducen estos genes también en hojas intactas. En algunas especies, se ha encontrado que un péptido sintetizado en la célula acompañante, la **sistemina**, es la señal transportada. (Ryan y Pearce, 1998).

2.5.6 Tecnocitric (Extracto de semillas y pulpa de toronja)

Tecnocitric es un fungicida orgánico de amplio espectro microbiano, que se obtiene de la semilla y la pulpa de la toronja, combinados y formulados con glicerina, además de su amplio espectro microbiano, es efectivo a bajos niveles de concentración. Contiene una composición compleja de glucósidos, bioflavonoides, aminoácidos, sacáridos, tocoferoles, y ácido ascórbico. Posee además minerales como el fósforo, potasio, hierro, sodio, magnesio y vitaminas del grupo B es un compuesto eficaz como bactericida, fungicida, antiviral y antiparásitos y actualmente se usa para eliminar estreptococos, estafilococos, salmonellas, candida, herpes, gripe, entre otros²⁶

²⁵ <http://www.ciencia.cl/cienciaAlDia/volumen5/numero2/articulos/articulo3.html>

²⁶ <http://www.fertimicro.com.mx/productos/orgqnicos/tecnaal/tecnocitric1.html>

En la agricultura se utiliza como preservador de granos y frutas, fungicida y bactericida en general. Se recomienda para el control del tizón bacteriano (*pseudomonas apii*), mancha bacterial (*Xanthomonas* sp.), pudrición bacterial (*Erwinia* sp), pudrición suave (*Erwinia carotovora*) y para cenicillas. Además, puede aplicarse solo o con soluciones de cobre y soluciones fermentadas en una gran variedad de cultivos.²⁷

El producto, es elaborado con 60% de extracto de semilla de toronja y 40 % de glicerina vegetal, es soluble en agua y alcohol y en algunos, solventes orgánicos. Su uso es muy extenso y pertenece a una generación de desinfectantes y preservadores de alimentos de origen orgánico natural. Es biodegradable lo que elimina cualquier riesgo de contaminación ambiental y acumulación en el organismo, es por eso que puede ser usado sin restricción o efectos colaterales para personas, animales, alimentos, equipos y locales²⁸.

2.5.6.1 Modo de acción

La actividad antimicrobiana de Tecnocitric se desarrolla a nivel de la membrana citoplasmática, provocando su alteración e inhibiendo la respiración celular, lo que causa la muerte celular²⁹.

2.5.7 Headline CE (Pyraclostrobin)

El pyraclostrobin es un nuevo fungicida del grupo de las estrobilurinas y está estrechamente relacionada con los fungicidas azoxystrobin y con trifloxystrobin.

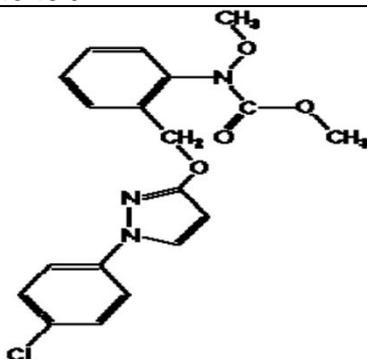
²⁷ <http://www.fertimicro.com.mx/productos/orgqnicos/tecnaal/tecnocitric1.html>

²⁸ <http://www.fertimicro.com.mx/productos/orgqnicos/tecnaal/tecnocitric1.html>

²⁹ <http://www.fertimicro.com.mx/productos/orgqnicos/tecnaal/tecnocitric1.html>

Las estrobilurinas son producidas por el hongo *Tenacellus strobilurus*, sin embargo en su estado natural las moléculas no son estables en presencia de la luz, por lo que se tuvo que buscar moléculas que fueran análogos sintéticos que sí presentaran esta importante característica (Liskey, 2008).

Cuadro 1. Propiedades del Ingrediente activo Piraclostrobina

Nombre común	Piraclostrobina
Nombre químico	Metilo N- (2-(1)-(4-clorofenil)- H-pirazol-3-1) Oxymethyl fenil)-metoxi carbamato N-il
Número de registro	175013-18-0
Estructura química	
Peso molecular	387.83
Forma física	polvo cristalino
Color	blanco o beige claro
Olor	inodoro
Punto de fusión	63.7-65.2° C
Densidad	3,367g/cm3

Fuente: <http://www.alanwood.net/pesticides/pyraclostrobin.html>

Pyraclostrobin es una estrobilurina de última generación, que tiene la propiedad de combatir un número mayor de enfermedades fúngicas en un número aun mayor de cultivos, con una eficacia y seguridad extraordinariamente superior.

2.5.8 Modo de acción

Headline CE (Pyraclostrobin) es un fungicida del grupo 11 de un sitio específico que detiene la germinación de esporas y previene la infección de los tejidos de las plantas debido a que interfiere en la respiración celular y la producción de energía. Headline CE causa también detención en el crecimiento de los hongos y finalmente la muerte. El producto aplicado sobre la superficie de las hojas se

mueve rápidamente y proporciona una protección en ambos lados de la hoja tratada^{30 31}.

Headline CE llega con rapidez al lugar de acción. La sustancia activa pyraclostrobin penetra y se difunde en el interior del tejido vegetal a distancias cortas y también forma depósitos en las áreas de la capa cerosa de la epidermis, las cuales no fueron tratadas con el fungicida, esto implica una protección interna y externa de todas las partes de la planta.

La acción rápida del producto bloquea el abastecimiento de energía de las células del hongo y así sus funciones vitales posteriores, como por ejemplo, dejan de funcionar los sistemas de bombeo de la membrana celular que dependen de la energía y la consecuencia es que el agua fluye de manera descontrolada hacia el interior de la célula del hongo, las esporas se hinchan, hasta que finalmente revientan debido al aumento de la presión interna. Asimismo, el porcentaje de esporas germinadas 24 horas después del tratamiento es menor.³²

³⁰ <http://www.growercentral.com/uploads/headlinecpotatobulletin.pdf>

³¹ <http://www.Agrodigital.com/urtiv/noticias/lanzacabrio.htm>

³² http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdfAgri%CAgri_2006_884_com.pdf

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y características del lugar

El presente trabajo se realizó en un invernadero comercial de rosas para flor de corte plantadas a tres hileras con una densidad de 8 plantas por M², variedad Polo de color blanco, en el Rancho Santo Tobías, región la Valenciana, municipio de Villa Guerrero, Estado de México durante los meses de mayo y junio de 2010.

El municipio de Villa Guerrero se localiza al sur del Estado de México. Se encuentra situado geográficamente a los 18° 56'36'' de latitud norte, y 99° 38' de longitud oeste. A una altitud de 2160 msnm. Limita al norte con Tenango del Valle y Calimaya, al sur con Ixtapan de la Sal, al oriente con Tenancingo y Zumpahuacán, al poniente con el municipio de Coatepec de Harinas y Texcaltitlan, tiene una extensión de 267.8 KM², presenta un clima templado con lluvias en verano, la temperatura media anual oscila entre los 15.8 °C y 18.8 °C, la temperatura máxima es de 35°C y la mínima de 2° C. La precipitación media anual está entre los 774 y 1306 mm. La cual se distribuye en los meses de junio agosto y septiembre (Rodríguez, 1981).

3.2 Diseño y unidad experimental

Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones: cada unidad experimental constó de dos camas de 1.66 M de ancho por 2.08 M de largo, dando una superficie de la unidad experimental de 6.9 M² lo que equivale a 20.7 M² por tratamiento. El total de la superficie tratada fue de 248.4 M².

3.3 Tratamientos

Los tratamientos evaluados se enlistan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Fungicidas y dosis evaluadas en el Control Biorracional de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* (Wall. Ex. Fr) Lev var. *rosae* Wor.) En Villa Guerrero, Estado de México.2010.

No	Nombre comercial	Nombre común *	Dosis L. PF/ha ⁻¹
1	Funqui	<i>Bacillus subtilis</i>	2
2	Funqui	<i>Bacillus subtilis</i>	4
3	Cleen Grow	Cuaternario de amonio	2
4	Cleen Grow	Cuaternario de amonio	3
5	Mix Protective (S)	Azufre coloidal	3
6	Mix Protective (S)	Azufre coloidal	4
7	Microsul	Azufre coloidal	2.5
8	AZ41™	Extracto de Aloe vera	1.5
9	Tecnocitric	Extracto pulpa y cascara de toronja	2
10	Tecnocitric	Extracto pulpa y cascara de toronja	3
11	Headline CE	Pyraclostrobin	0.5
12	Testigo absoluto	----	-

*En lo sucesivo solo se usará el nombre comercial debido a que los nombres comunes son frecuentemente muy largos.

3.4 Aplicación de los tratamientos

Las aplicaciones se iniciaron con una infección inicial promedio de 18.82 %. Se realizaron cinco aplicaciones con intervalos de 3 y 4 días en virtud de la alta presencia de la enfermedad originada por las condiciones de temperatura y baja humedad que prevalecieron durante el tiempo del experimento. Lo anterior se justifica debido a que los fungicidas utilizados, por su naturaleza son de carácter preventivo y no tienen la misma efectividad que aquellos que son

curativos si al inicio de los tratamientos la infección es demasiado alta (Mendoza, 1993).

Se utilizó para la aplicación de los tratamientos una aspersora de mochila motorizada marca Arimitsu® con capacidad de 22 litros y con boquilla doble abanico, calibrada a 2000 L.ha⁻¹. Asimismo, se utilizó un recipiente de plástico con capacidad de 100 litros de agua, una cubeta graduada de 12 litros de agua y una probeta graduada de 1L. Además, para asegurar la precisión de la dosificación del producto se utilizó una jeringa hipodérmica de 10 ML.

Las aplicaciones se realizaron en toda la planta, a pesar de que de acuerdo con Perilla y Sanabria (2007) la enfermedad ataca principalmente yemas, follaje tierno, pedúnculos y botones florales, los cuales se localizan en la parte media y superior de la planta. Sin embargo, las partes inferiores afectadas por la enfermedad pueden constituir el inóculo de futuras infestaciones.

3.5 Evaluaciones

Para determinar el grado de control de los fungicidas biorracionales se muestrearon al azar de la parte media y superior de la planta 10 folíolos por unidad experimental. Se utilizó una escala visual para medir el grado de infección de *Sphaerotheca pannosa* var. *rosae* (Cuadro 3). La primera evaluación se llevó a cabo tres días después de la primera aplicación de los tratamientos, la segunda cuatro días después de la segunda aplicación, los terceros tres días después de la tercera aplicación, la cuarta cuatro días después de la cuarta aplicación y la quinta evaluación tres días después de la quinta aplicación. Asimismo, se evaluó el efecto fitotóxico de cada uno de los

fungicidas al cultivo de rosa empleándose para tal caso la escala EWRS (Cuadro 3).

Cuadro 3. Escala para medir el grado de infección en los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla de rosal. *Sphaerotheca pannosa* Wall ex. Fr) Lev. Var. *rosae* Wor.), en villa Guerrero, Estado de México. 2010.

Índice	Descripción
0	Foliolo sano
1	Trazas de la enfermedad 3.15% de área del foliolo dañado
2	Hasta el 6,25 % del AFD
3	Hasta el 12.5% del AFD
4	Hasta el 25% del AFD
5	Hasta el 50% del AFD
6	Mas del 50% del AFD

Cuadro 4. Escala de puntuación EWRS para evaluar el efecto fitotóxico de los tratamientos para el control biorracional de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* Wall ex. Fr Lev var. *rosae* Wor.), en Villa Guerrero, Estado de México. 2010.

Puntuación	Síntomas de la enfermedad
1	Ausencia absoluta de síntomas (planta sana)
2	Síntomas muy leves, cierta atrofia, etc.
3	Síntomas leves pero claramente apreciables
4	Síntomas acusados (pe clorosis) probablemente sin efecto negativo sobre la cosecha
5	Raleo de la flor, fuerte clorosis y/o atrofia. Es de esperar que se vea afectada la cosecha
6	Daños crecientes hasta la desaparición del cultivo
7	Daños crecientes hasta la desaparición del cultivo
8	Daños crecientes hasta la desaparición del cultivo
9	Daños crecientes hasta la desaparición del cultivo

3.6 Análisis de datos

De las calificaciones de los índices de daños obtenidos, se determinó el porcentaje de infección por medio de la fórmula de Townsend & Heuberger.

Fórmula de Townsend & Heuberger:

$$\% I = \frac{\sum(n_x v)}{\text{Categoría mayor} \times N} \times 100$$

Donde:

% I = Porcentaje de infección.

n = Número de folíolos por categoría.

V = Valor numérico de cada categoría.

CM = Categoría mayor de la escala.

N = Número total de folíolos de la muestra

A los porcentajes de infección se les aplicó un análisis de varianza con una prueba de Tukey para establecer diferencias entre los tratamientos con una confiabilidad del 95%.

A partir de los datos de porcentaje de infección se calcularon los porcentajes de eficacia de control (P) por medio de la fórmula de Abbott (1925).

Fórmula de Abbott:

$$P = \frac{IT - it}{IT} \times 100$$

Donde:

P= Porcentaje de eficacia

IT= Infección en el testigo

It= Infección en el tratamiento

La caracterización del progreso temporal de una enfermedad debe incluir un análisis gráfico y la aplicación de modelos epidemiológicos (Rebollar *et al.*, 2003).

En este trabajo para describir el efecto de los tratamientos sobre la enfermedad, se empleó una variable de integración, el análisis del Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) que es un parámetro matemático para comparar epidemias a lo largo de su ciclo. Para tal efecto, se graficaron los porcentajes de infección de la enfermedad en folíolos obtenidos por medio de la fórmula de Townsend & Heuberger contra el tiempo de los tratamientos y con la curva resultante se elaboró un modelo matemático (Campbell y Madden, 1990): $ABCPE = \sum_{i=1}^{n-1} \left[\left(y_i + y_{i+1} + \frac{1}{2} \right) x(t_i - t_{i-1}) \right]$ con el cual se calculó el Área Bajo la Curva.

Donde:

ABCPE= Área bajo la curva del progreso de la enfermedad.

Y_i = Porcentaje de severidad de daño en la lectura i .

t = tiempo en días transcurridos desde la lectura i a la lectura $i-1$.

n = número total de lecturas.

En el análisis de los costos de aplicación de los fungicidas biorracionales para el control de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa var. rosae*), se tomó como base la tercera evaluación ya que se consideró que para esta fecha habrían transcurrido 11 días de iniciados los tratamientos y la enfermedad, de acuerdo con Perilla y Sanabria (2007) estaría bien establecida. Los costos por tratamiento para las tres evaluaciones se calcularon tomando en cuenta la dosis por hectárea y el precio de venta del producto al público.

La determinación de la eficiencia de los fungicidas biorracionales para el control de la cenicilla se llevó a cabo analizando en su conjunto la naturaleza del producto, la dosis por hectárea, el porcentaje de infección, el porcentaje de eficacia y el costo de aplicación por hectárea.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de Varianza de los porcentajes de infección y porcentajes de eficacia, y Prueba de Tukey para comparación de medias.

4.1.1 Preevaluación

Se presentó 18% de infección en promedio, lo que muestra una incidencia de la enfermedad suficiente para que los tratamientos manifestaran sus bondades biológicas.

4.1.2 Primera evaluación

La primera evaluación se realizó 4 días después de la aplicación correspondiente. La infección en el testigo fue de 31.11 %, lo que indicó alta presión de la enfermedad. El incremento en el porcentaje de infección fue de 13.11% con respecto a la que se presentó en la preevaluación, debido principalmente a condiciones favorables de temperatura que prevalecieron durante el periodo de la evaluación (Anexo 11 Y 12).

El análisis de varianza (Anexo 1) mostró que los tratamientos tuvieron diferencias significativas, en consecuencia se procedió a realizar la prueba de Tukey para la comparación de medias en la que se notaron las diferencias resultantes (Cuadro 5 Y figura 1). Los resultados en esta evaluación indicaron que los tratamientos empezaron a diferenciarse.

Cuadro 5. Prueba de Tukey para la comparación de medias de los porcentajes de infección de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*), **Primera evaluación 4 días después de la primera aplicación.** Villa Guerrero, Estado de México. 2010.

No,	Tratamiento	Comparación	Infección %	Efectividad Abbott
5	Mix Protective (S) 3 l/ha	A*	14.97	51.940
9	Tecnocitric 2 l/ha	A	14.97	51.297
3	Cleen Grow 2 l/ha	A	16.107	47.003
11	Headline 0,5 l/ha	A	17.22	43.207
6	Mix Protective (S) 4 l/ha	A	17.773	42.833
10	Tecnocitric 3 l/ha	A	17.777	41.823
4	Cleen Grow 3 l/ha	A	18.887	38.703
8	AZ-41 1,5 l/ha	A	19.44	37.680
7	Microsul (S) 2,5 l/ha	A	19.44	36.180
1	Funqui 2 l/ha	A	19.65	36.067
2	Funqui 4 l/ha	A	21	31.860
12	Testigo absoluto	B	31.11	

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey Alfa =0.05

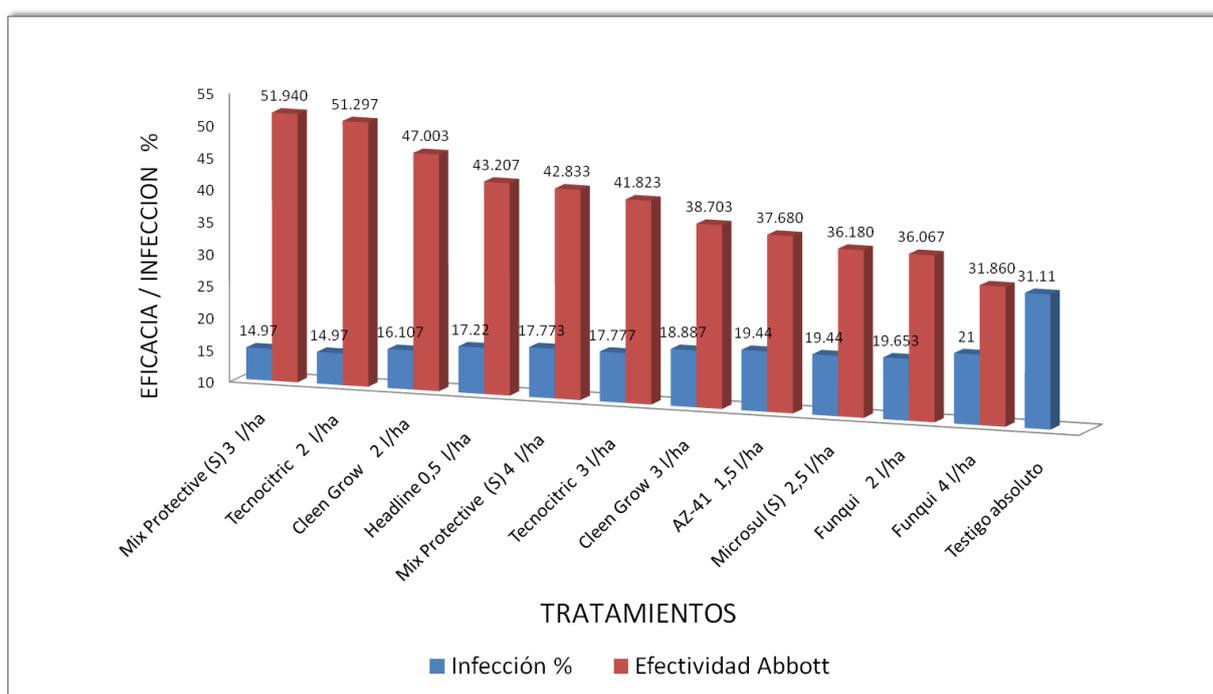


Figura 1. Eficacia y porcentaje de infección de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) en el municipio de Villa Guerrero, Estado de México. 2010. **1ª Evaluación 4 días después de la primera aplicación.**

4.1.3 Segunda evaluación

La segunda evaluación se llevó a cabo siete días después de la primera aplicación. El porcentaje de infección del testigo fue de 30.55%, un punto porcentual menos que en la primera evaluación. Lo anterior apunta a que durante el periodo entre la primera y segunda evaluación, que fue de tres días, el productor realizó aplicaciones principalmente contra trips (*Frankliniella* sp) y araña roja (*Tetranychus urticae*) lo que provocó la formación de una película de agua sobre la superficie de la planta, que de acuerdo con Horst (1983) citado por Martínez (2003) la presencia de agua libre afecta la germinación de los conidios.

De acuerdo con el análisis de varianza (Anexo 3) hubo diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que se realizó la prueba de Tukey para la comparación de medias (Cuadro 6).

Cuadro 6. Prueba de Tukey para la comparación de medias de los porcentajes de infección del control biorracional de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*), **Segunda evaluación** 7 días después de la 1ª aplicación. Villa Guerrero, Estado de México. 2010.

No.	Tratamiento	Comparación	Infección %	Efectividad Abbott
9	Tecnocitric 2 L.ha-1	A*	3.33	90.84
10	Tecnocitric 3 L.ha-1	A	3.883	88.99
6	Mix Protective (S) 4 L.ha-1	A	5.553	83.07
7	Microsul (S) 2.5 L.ha-1	A	5.553	81.07
5	Mix Protective (S) 3 L.ha-1	A	6.11	79.7
3	Cleen Grow 2 L.ha-1	A	7.773	74.14
4	Cleen Grow 3 L.ha-1	A	8.33	72.39
11	Headline CE 0.5 L.ha-1	A	8.33	72.3
1	Funqui 2 l.ha-1	A	10.553	68.98
8	AZ41™ 1.5 L.ha-1	A	11.107	65.81
2	Funqui 4 L.ha-1	A	12.773	57.79
12	Testigo absoluto	B	30.55	

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey Alfa =0.05

Como se muestra en el Cuadro 6, para esta evaluación Tecnocitric fue el mejor en dosis de 2 L.ha⁻¹ y 3 L.ha⁻¹ con una infección de 3.33% y 3.88% y eficacia de 90.84 % y 88.99% respectivamente, lo cual confirma el resultado de la primera evaluación y contradice el supuesto de que los fungicidas biorracionales requieren más tiempo que los convencionales para ejercer su acción³³.

Tecnocitric contiene sustancias como los flavonoides, tocoferoles y ácido ascórbico que de acuerdo con García, et al. (2004) y Camarena (2008) son antioxidantes que ayudan a la planta a defenderse de los patógenos. Lo anterior permite sugerir que el producto, además de su actividad directa contra el hongo *Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*), activaron en la planta mecanismos de defensa que potenciaron su eficacia.

Los fungicidas Mix Protective 4 L.ha⁻¹ y 3 L.ha⁻¹ y Microsul 2.5 L.ha⁻¹ fueron los que mejor controlaron al patógeno después de Tecnocitric. Los porcentajes de infección fueron de 5.55% para Mix Protective 4 L.ha⁻¹ y Microsul 2.5 L.ha⁻¹, y eficacia de 83.07% y 81.07% respectivamente. El porcentaje de infección para Mix Protective 3 L.ha⁻¹ fueron de 7.77% y eficacia de 79%. Lo anterior coincide con Rossini (2007) quien señala que a menor tamaño de partícula de los productos formulados con azufre mayor es su eficacia y Mix Protective y Microsul presentan tamaños de partícula menores a un micrón, lo que los ubica como azufres coloidales. Esto se fortalece con lo reportado por Basf (2008) quien añade que los productos modernos fabricados a base de azufre coloidal, una vez en suspensión, las partículas pequeñas actúan rápida e intensamente.

³³ <http://guarico.com.ve/?p=1903>

Así mismo, estos productos, contienen adherentes y dispersantes que les permite mantenerse sobre la superficie de las hojas conservando por más tiempo su actividad fungicida.

En el Cuadro 6 y figura 2 se notó que Funqui 2 L.ha⁻¹ y Funqui 4 L.ha⁻¹ permitieron severidades del 11.10 % para el primero y 12.77 % para el segundo. De igual manera, sus porcentajes de eficacia fueron menores al 70 %. Debido a que el producto es un biofungicida, y a que la segunda evaluación se realizó solo 7 días después de la primera aplicación, la bacteria aun no habría consolidado su acción sobre el patógeno, lo cual concuerda con García (2010)³⁴, quien, realizó estudios con *Bacillus stearothermophilus* para controlar la cenicilla del pepino (*Podospaera xanthi*) y encontró la severidad más baja de la enfermedad hasta los 21 días.

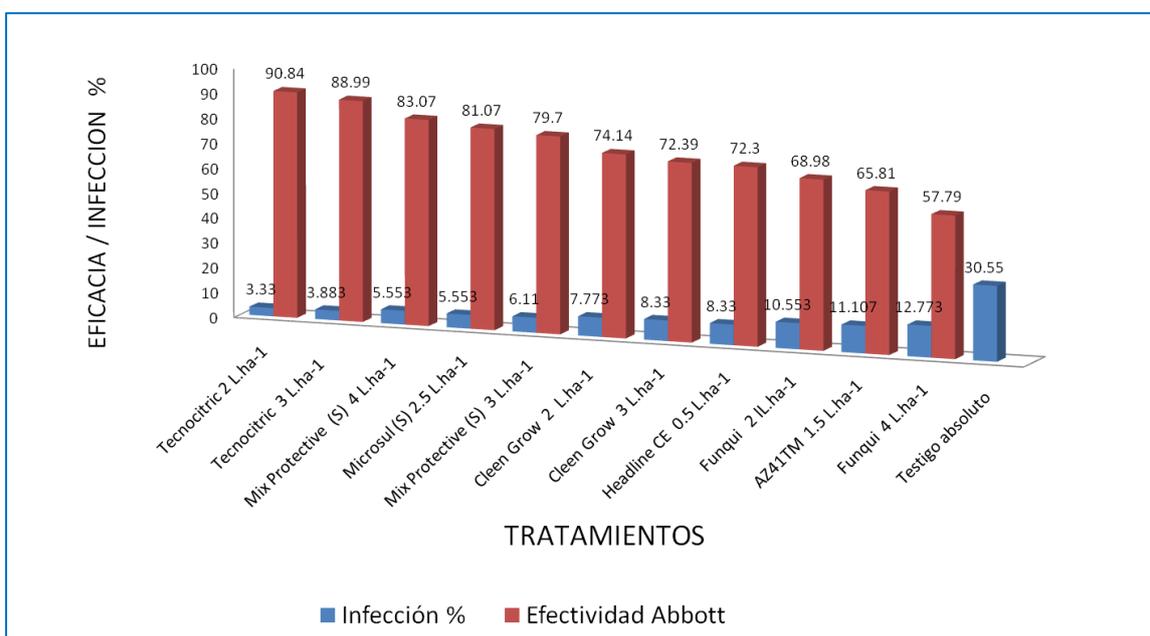


Figura 2. Eficacia y porcentaje de infección de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) en el municipio de Villa Guerrero, Estado de México. 2010. **2ª Evaluación 7 días después de la primera aplicación.**

³⁴ <http://www.cesavesin.gob.mx/memoria/mega2010/27/aymundogarcia.pdf>

Para esta evaluación se observan tendencias del comportamiento de los fungicidas, destacando cinco productos con una eficacia por arriba del 70% e infecciones por debajo del 10%, a saber: Tecnocitric, Mix Protective (S), Microsul (S), Cleen Grow y Headline CE.

4.1 .4 Tercera evaluación

Esta evaluación llevó a cabo a los 11 días después de la primera aplicación. El análisis de varianza (Anexo 4) detectó diferencias entre los tratamientos, por lo que se realizó la prueba de Tukey de comparación de medias cuyos resultados aparecen en el (Cuadro 7).

La prueba de Tukey evidenció que el único tratamiento diferente fue el testigo, el cual presentó una infección de 42.21 %, esto indica que la enfermedad incrementó su presencia en 11.62 % con relación a la segunda evaluación, lo cual reveló que las condiciones ambientales fueron favorables para el progreso de la enfermedad como se muestra en el Anexo 11 y 12.

Cuadro 7. Prueba de Tukey para la comparación de medias de los porcentajes de infección del control biorracional de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*). **Tercera evaluación** 11 días después de la 1ª aplicación. Villa Guerrero, Estado de México. 2010.

No.	Tratamiento	Comparación	% de infección	Efectividad Abbott
9	Tecnocitric 2 L.ha ⁻¹	A*	1.66	95.94
5	Mix Protective (S) 3 L.ha ⁻¹	A	2.22	95.33
10	Tecnocitric 3 L.ha ⁻¹	A	2.773	93.377
11	Headline 0.5 L.ha ⁻¹	A	2.773	92.903
3	Cleen Grow 2 L.ha ⁻¹	A	2.773	92.9
6	Mix Protective (S) 4 L.ha ⁻¹	A	3.33	92.333
7	Microsul (S) 2.5 L. ha ⁻¹	A	3.333	92.3
1	Funqui 2 l/ha	A	3.887	92.237
4	Cleen Grow 3 L.ha ⁻¹	A	6.107	85.23
2	Funqui 4 l/ha ⁻¹	A	8.33	80.83
8	AZ41 1.5 L.ha ⁻¹	A	9.997	75.097
12	Testigo absoluto	B	42.217	

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey Alfa =0.05.

La tercera evaluación (Cuadro 7 y figura 3) demostró que los mejores tratamientos fueron Tecnocitric 2 L.ha⁻¹ con 1.66 % de infección y una eficacia de 95.94 %, Mix Protective 3 L.ha⁻¹ con una infección de 2.22 % y eficacia de 95.33%,

Tecnocitric 3 L.ha⁻¹ con una infección de 2.77 % y una eficacia de 93.37, Headline 0.5 l.ha⁻¹ con una infección de 2.77 % y una eficacia de 92.90 %, Cleen Grow 2 L.ha⁻¹ con 2.77 % de infección y 92.90 de eficacia, Mix Protective 4 L.ha⁻¹ con 3.30 % de infección y 92.33 % de eficacia, Microsul (S) 2.5 L.ha⁻¹ permitió una infección de 3.33 % y con eficacia de 92.30 % y Funqui 2 L.ha⁻¹ con 3.88 % y 92.23 % de infección y eficacia respectivamente; mientras que Cleen Grow 3 L.ha⁻¹, Funqui 4 L.ha⁻¹ AZ41 1.5 L.ha⁻¹ y el testigo mostraron severidades más altas.

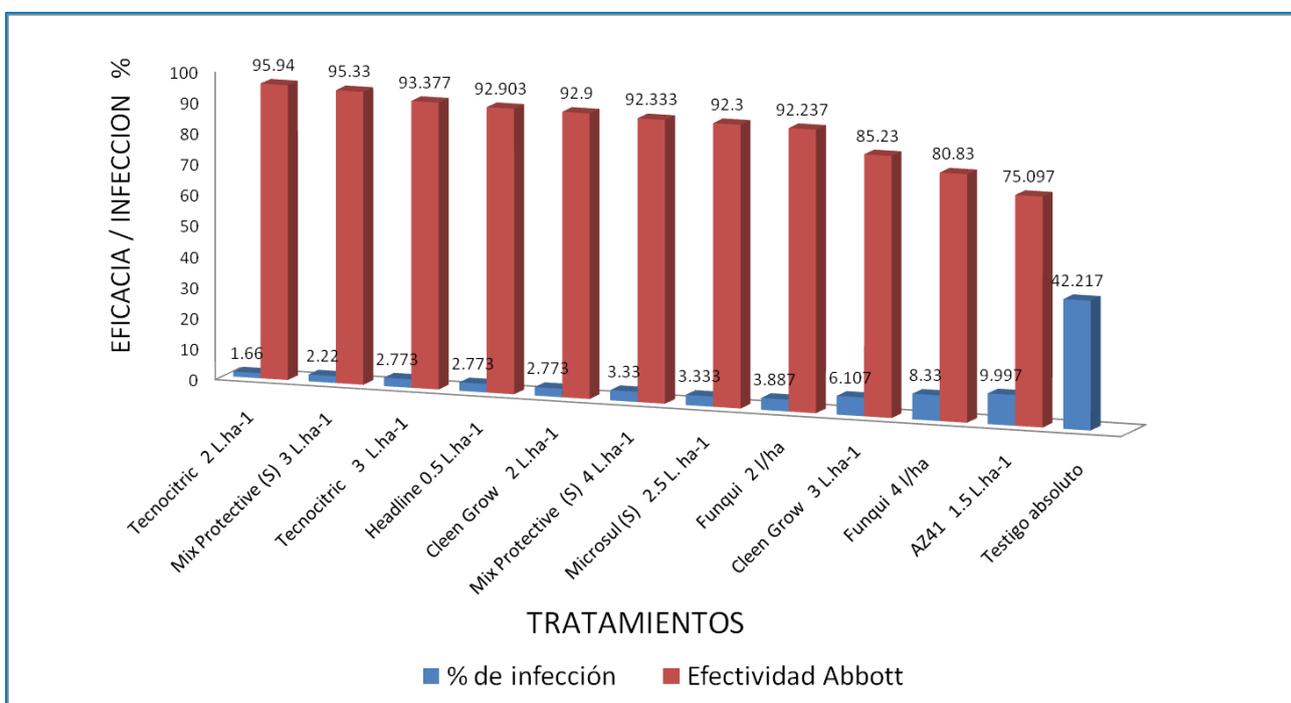


Figura 3. Eficacia y porcentaje de infección de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) en el municipio de Villa Guerrero, Estado de México. 2010. **3^a Evaluación 11 días después de la primera aplicación.**

Los resultados de la prueba de Tukey (Cuadro 7) confirmaron la tendencia mostrada en las dos primeras evaluaciones. Tecnocitric en ambas dosis fueron los tratamientos más eficaces. Lo anterior concuerda con Anónimo ³⁵ quien señala que Tecnocitric es un fungicida orgánico de amplio espectro microbiano con actividad a nivel de la membrana citoplasmática del patógeno que provoca alteración e inhibe la respiración lo que causa la muerte celular.

Por otro lado, Mix Protective es un producto formulado a base de azufre, que de acuerdo con Rossini (2007) tiene diversos modos de acción que lo hacen altamente eficaz contra oídios: el primero, se refiere a la acción directa del azufre sobre el patógeno; el segundo, hace mención a la oxidación del azufre que forma ácido pentatiónico y el tercero destaca la acción del sulfuro de carbono. Aunado a lo anterior, el producto formulado contiene jabones que sirven como abrasivos y agentes de limpieza, que potencian su actividad fungicida.

Por lo antes expuesto, era de esperarse que los productos a base de azufre como Mix Protective y Microsul exhibieran un control similar en el patógeno por tratarse del mismo ingrediente activo, lo cual se corroboró en esta evaluación al obtener ambos una eficacia superior al 90 % y permitir infecciones menores al 4% (Cuadro 7; Figura 3).

Se consideró al inicio del experimento que el ingrediente Headline al contener el ingrediente activo Pyraclostrobin podría ser uno de los mejores tratamientos ya que es un fungicida del grupo de las estrobilurinas que se reporta como

³⁵ <http://www.redbio.org/portal/encuentros/enc2001/posters/05/05003.html>

eficaz en el control de cenicillas³⁶. Sin embargo es hasta la presente evaluación que el producto ejerció buen control del patógeno con casi el 93 % de eficacia y alrededor del 3% de infección, lo cual, ratifica lo indicado por Nexticapán (1998) y Pérez (2005) quienes encontraron que Azoxystrobin y Trifloxistrobin, productos de la misma familia del Pyraclostrobin fueron los que mejor controlaron el patógeno. Sin embargo, Martínez (2003) reporta que Trifloxystrobin ejerció pobre control de la cenicilla en experimento realizado en Villa Guerrero. Lo destacable de estos trabajos, es que los productores han aplicado en la región Azoxystrobin y Trifloxystrobin que tienen el mismo modo de acción que Pyraclostrobin, lo cual permite deducir, que si los primeros hubieran ejercido presión para generar resistencia en el patógeno bien pudiera ésta manifestarse también contra el segundo.

Cleen Grow 2 L.ha⁻¹ obtuvo un buen control de la enfermedad con un 92.90 % y un porcentaje de infección de 2,77%, lo que coincide con los resultados reportados por Chávez (2010) quien probó Cleen Grow en dosis de 1 ML.L⁻¹ sobre *S. pannosa* var. *rosae* obteniendo una eficacia por arriba del 80% y un porcentaje de infección menor al 5 % lo que le permitió ser el tratamiento más sobresaliente (Cuadro 7).

Funqui en dosis de 2 L.ha⁻¹ y 4 L.ha⁻¹ obtuvieron una eficacia de 92.23 % y 80.83 % respectivamente, con lo cual incrementaron la registrada en la evaluación anterior de 36.06 % y 31.86 % en ese orden, siendo por esto los tratamientos menos eficaces y así mismo, se ratifica que su acción sobre el patógeno requiere mayor tiempo para establecerse.

³⁶ <http://www.Agrodigital.com/urtiv/noticias/lanzacabrio.htm>

AZ41 1.5 L.ha⁻¹ con una eficacia menor al 80 % e infección de casi el 10% obtuvo el último lugar de los tratamientos, solo por arriba del testigo lo que corrobora la tendencia mostrada en las evaluaciones precedentes. Esto se debe a que el producto es un fertilizante foliar con acción fúngica, que contiene micro y macro nutrientes para proteger a la planta a través de generar resistencia sistémica adquirida, estimular el crecimiento y mantener los frutos y hojas limpias³⁷. Con base en lo anterior, su uso debe ser preventivo y no cuando la enfermedad este establecida para que el producto exprese sus beneficios.

4.1.5 Cuarta evaluación

La cuarta evaluación se llevó a cabo 14 días después de la primera aplicación. Se detectaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (Anexo 8), por lo que se procedió a realizar la Prueba de Tukey para establecer comparaciones entre ellos, cuyos resultados aparecen en el Cuadro 8.

La infección en el testigo se incrementó 1.5% con relación a la evaluación anterior, lo que coincide con la programación semanal de aplicaciones contra las plagas y enfermedades mencionadas en la segunda evaluación que posiblemente afectaron el desarrollo de la enfermedad y mantuvieron en 43.88 % la infección, suficiente para que los tratamientos consolidaran su actividad biológica.

³⁷

<http://www.AZ41TM.com/home/index.php?option=comcontent&task=view&id=15&/temid=3>
1

Para esta evaluación (Cuadro 8) se cumplieron 14 días del experimento y se notó que ocho tratamientos rebasaron el 90 % de eficacia lo cual indicó las bondades de estos productos.

Cuadro 8. Prueba de Tukey para la comparación de medias de los porcentajes de infección del control biorracional de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*). **Cuarta evaluación** 14 días después de la 1ª aplicación. En Villa Guerrero, Estado de México. 2010.

No.	Tratamiento	Comparación	% de infección	Efectividad de Abbott
9	Tecnocitric 2 l/ha	A*	1.107	97.597
6	Mix Protective (S) 4 l/ha	A	1.663	95.887
3	Cleen Grow 2 l/ha	A	1.997	95.677
5	Mix Protective (S) 3 l/ha	A	2.217	95.073
1	Funqui 2 l/ha	A	2.22	94.437
10	Tecnocitric 3 l/ha	A	2.777	93.833
7	Microsul (S) 2.5 l/ha	A	3.327	92.923
11	Headline 0.5 l/ha	A	3.33	92.303
4	Cleen Grow 3 l/ha	A	5	88.77
8	AZ41 1.5 l/ha	A	6.107	85.86
2	Funqui 4 l/ha	A	6.11	85.04
12	Testigo absoluto	B	43.883	

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey Alfa =0.

Tecnocitric 2 L.ha⁻¹, Mix Protective 4 L.ha⁻¹ Cleen Grow 2 L.ha⁻¹ mantuvieron infecciones por debajo del 2% con lo que se consolidaron como los mejores tratamientos en las cuatro evaluaciones efectuadas (Cuadro 8). Lo anterior demostró que estos fungicidas, no solo permitieron bajos porcentajes de infección, sino que además, fueron capaces de mantener su acción fungicida a través del tiempo (Figura 4).

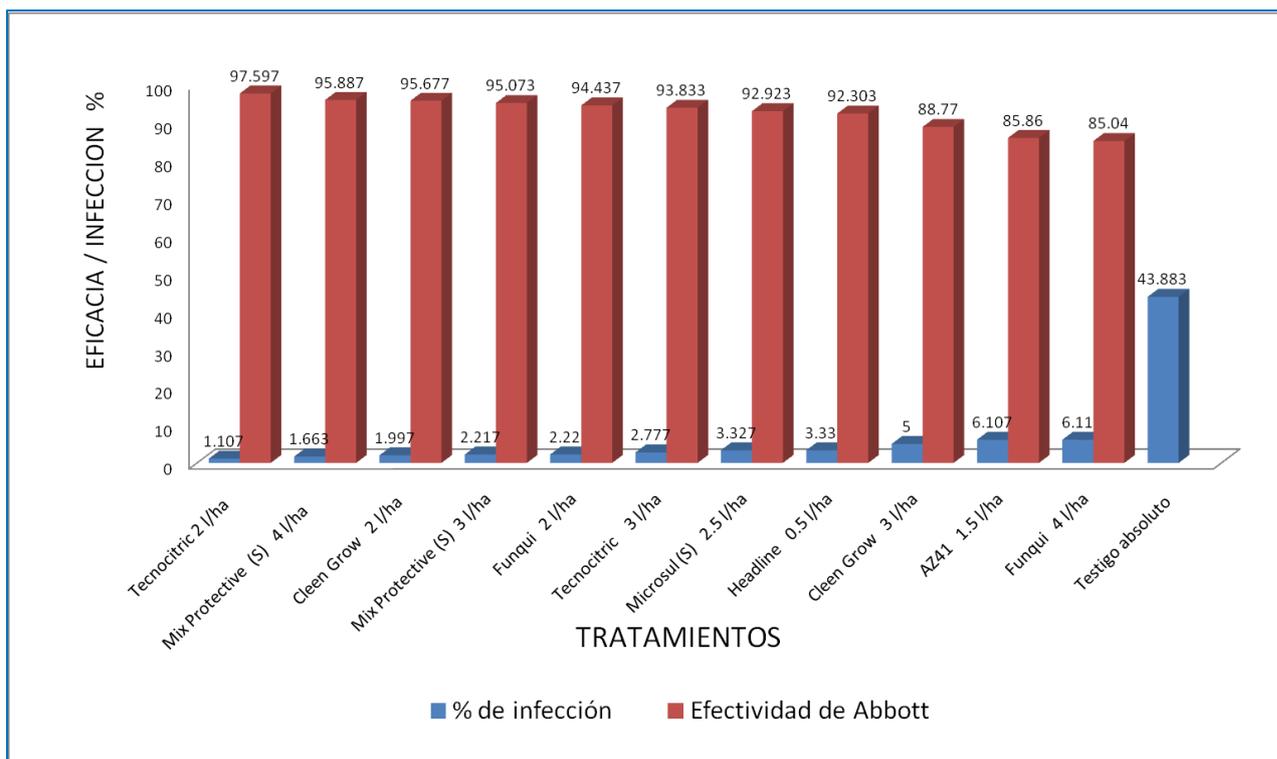


Figura 4. Eficacia y porcentaje de infección de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) en el municipio de Villa Guerrero, Estado de México. 2010. **4ª Evaluación 14 días después de la primera aplicación.**

Los resultados de este trabajo contradice la idea de que el control con fungicidas biorracionales es menos eficaz en el corto tiempo que el control químico³⁸.

Es sobresaliente la acción de Cleen Grow 2 L.ha⁻¹ sobre el patógeno en esta evaluación, sin embargo no sorprende, ya que armoniza con el obtenido por Chávez (2010) quien la atribuyó al efecto curativo y residual que el producto ejerció sobre el patógeno. El mismo autor añade que por ser un cuaternario de Amonio de quinta generación el producto presenta una elevada actividad germicida y manifiesta su control aun en condiciones desfavorables, quizás por

³⁸ <http://www.cassafe.org/fungicide.pdf>

ello su eficacia se incrementó (Figura 4) y lo ubicó entre los mejores tratamientos.

Existe poca información en la literatura respecto al control de *S. pannosa* var *rosae* con el producto Funqui, no obstante, los resultados coinciden con lo reportado por Butt et al (1999) y Lisboa (2003) quienes obtuvieron buen control de *Botrytis cinérea* en vid con este fungicida.

AZ41 fue de los que menor control ejerció sobre el patógeno, 6.10 % de infección y una eficacia de 85.86 % (Figura 4). Esto confirma lo encontrado por Chávez (2010) donde AZ41 alcanzó una eficacia por arriba del 70%, notoriamente inferior a la obtenida por el resto de los tratamientos.

4.1.6 Quinta evaluación

Los resultados expresados en el Cuadro 9 y figura 5 mostraron que al término de 17 días de conducido el experimento, el testigo incrementó su severidad en aproximadamente 9 puntos porcentuales con relación a la evaluación anterior. El porcentaje de infección pasó de 43.88 % al 52.09 % respetivamente.

Cuadro 9. Prueba de Tukey para la comparación de medias de los porcentajes de infección del control biorracional de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*). **Quinta evaluación** 17 días de la 1ª aplicación. Villa Guerrero, Estado de México. 2010.

No.	Tratamiento	Comparación	% de infección	Efectividad de Abbott
5	Mix Protective (S) 3 l/ha	A**	1.66	96.793
6	Mix Protective (S) 4 l/ha	A	2.217	95.877
9	Tecnocitric 2 l/ha	A	2.273	94.963
10	Tecnocitric 3 l/ha	A	2.773	94.883
11	Headline 0.5 l/ha	A	2.273	94.763
1	Funqui 2 l/ha	A	2.773	94.763
3	Cleen Grow 2 l/ha	A	2.273	94.487
7	Microsul (S) 2.5 l/ha	A	4.44	91.153
8	AZ41 1.5 l/ha	A	4.997	90.43
2	Funqui 4 l/ha	A	5	90.293
4	Cleen Grow 3 l/ha	A	5.55	88.693
12	Testigo absoluto	B	52.093	

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey Alfa =0.

En la última evaluación hubo cambios en el orden en que se ubicaron los tratamientos, de manera que Mix Protective en ambas dosis fueron ahora los que mejor controlaron la enfermedad con una eficacia alrededor del 96 % y porcentajes de infección menor al 3 % (Figuras 5). Estos productos aventajaron a Tecnocitric 2 L.ha⁻¹ y Tecnocitric 3 L.ha⁻¹ los cuales en 3 de las 5 evaluaciones habían sido los más sobresalientes. (Figuras 5).

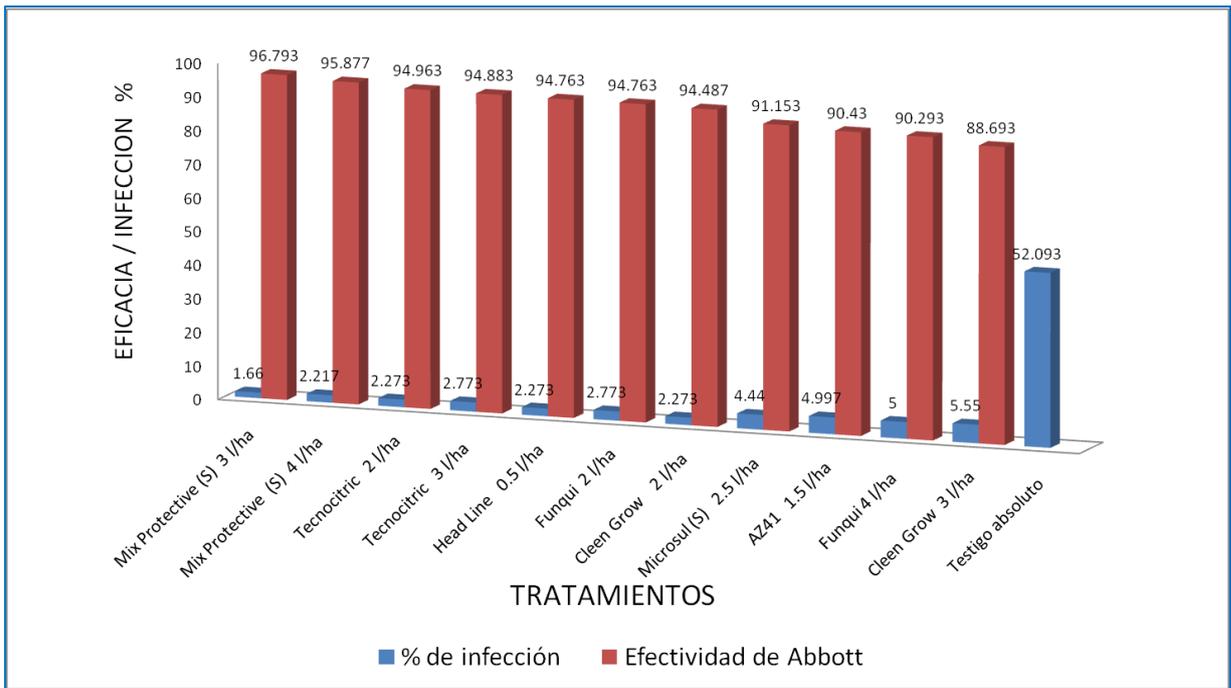


Figura 5. Eficacia y porcentaje de infección de los tratamientos evaluados para el control biorracional de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) en el municipio de Villa Guerrero, Estado de México. 2010. **5ª Evaluación 17 días después de la primera aplicación.**

En esta evaluación, se observó también que Tecnocitric 2 L.ha⁻¹ permitió un ligero aumento en el porcentaje de infección con respecto a la anterior, sin embargo, por ser ésta la última evaluación, no se corroboró si era el inicio de una tendencia de repunte de la infección o solo una dificultad en la apreciación de diferencias tan pequeñas (Figura 5). No obstante lo antes expuesto, los fungicidas biorracionales que se manifestaron como los más eficaces en las cuatro evaluaciones anteriores fueron también los mejores en ésta.

Con relación a lo antes señalado, no solo las diferencias se hicieron más pequeñas en cuanto a eficacia y porcentaje de infección entre los dos primeros tratamientos, como se presentan en el cuadro 9, sino además, los ocho tratamientos que les siguieron, también exhibieron controles superiores al 90 % y una diferencia máxima en porcentaje de infección únicamente de 2%

aproximadamente. Lo anterior ratificó la tendencia de las anteriores evaluaciones y la congruencia del trabajo; además, se nota que los fungicidas biorracionales son tan eficaces en control de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa var rosae*) como el testigo regional.

4.2 Área bajo la curva

Los resultados en el cuadro 10 ilustran que el Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) es un buen parámetro para el análisis de este tipo de experimentos, pues de acuerdo con Berger (1988) el ABCPE es un parámetro integrador que estabiliza la varianza y hace factible la identificación de los efectos de los tratamientos al usar valores promedio. Tomando en cuenta lo anterior, los tratamientos con valores de ABCPE más bajos fueron Tecnocitric, Cleen Grow, Mix Protective, y Microsul. Los valores más altos se presentaron en el testigo absoluto con 502.42 U², y Áreas Bajo la Curva parciales con tendencia ascendente (Figura 6).

Cuadro 10. Área bajo la curva de los tratamientos con fungicidas biorracionales para el control de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa var. rosae*) en Villa Guerrero; Estado de México. 2010.

No.	Tratamiento	Dosis	Área 4-7 días	Área 7-11 días	Área 11-14 días	Área 14-17 días	Área Total 17 días
1	Funqui	2 L.ha-1	47.19	42.01	19.52	15.35	124.07
2	Funqui	4 L.ha-1	47.73	40.01	16.5	10.92	115.16
3	Cleen Grow	2 L.ha-1	34.9	18.3	2.35	1	56.55
4	Cleen Grow	3 L.ha-1	41.79	29.49	9.45	4.59	85.23
5	M. Protective (S)	3 L.ha-1	33.87	19.96	4.47	2.67	60.97
6	M. Protective (S)	4 L.ha-1	36.15	17.86	2.55	3.45	60.01
7	Microsul (S)	2.5 L.ha-1	38.43	17.64	2.73	6.33	65.13
8	AZ41 tm	1.5 L.ha-1	47.19	42.01	20.73	15.69	125.62
9	Tecnocitric	2 L.ha-1	28.84	11.25	0.22	0.57	40.88
10	Tecnocitric R	4 L.ha-1	36.87	20.97	7.89	12.57	78.3
11	Headline CE	0.5 L.ha-1	38.07	22.76	6.57	6.57	73.97
12	Testigo	---	94.05	142.48	123.87	142.05	502.45

Finalmente, el Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad parcial (ABCPEp) confirmó la consistencia de los resultados hallados en las pruebas de eficacia de Abbott y las pruebas de comparación de medias de Tukey en las 5 evaluaciones, ya que los mejores productos fueron Tecnocitric 2 L.ha⁻¹ y Tecnocitric 3 L.ha⁻¹, Cleen Grow 2 L.ha⁻¹, Mix Protective 3 y 4 L.ha⁻¹ y Microsul 2.5 L.ha⁻¹.

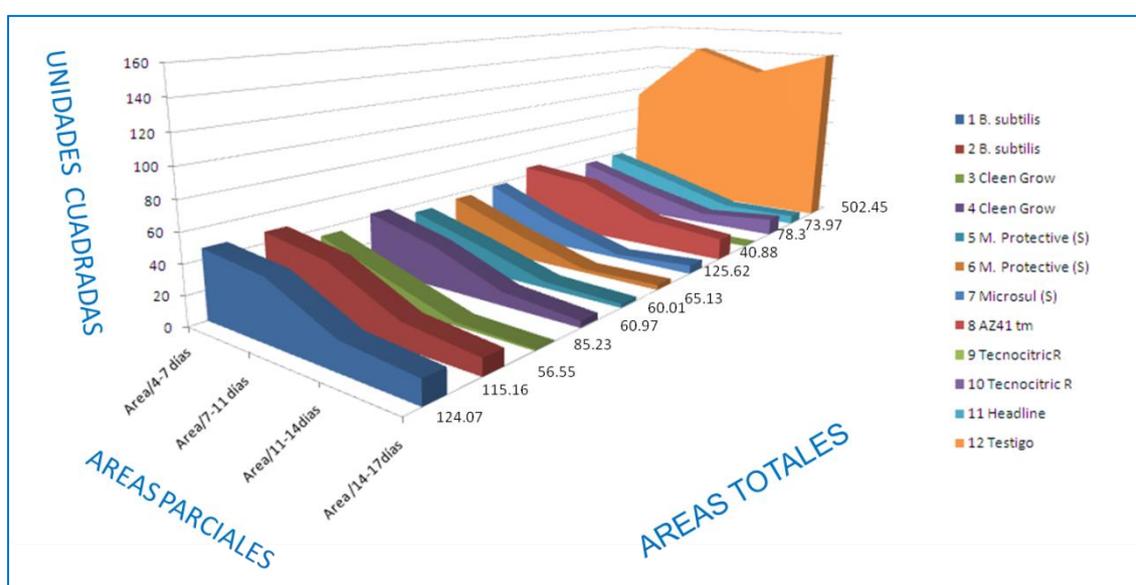


Figura 6. Área bajo la curva de los tratamientos con fungicidas biorracionales para el control de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var *rosae*) en Villa Guerrero, Estado de México. 2010.

4.3 Análisis de costos de aplicación de los fungicidas biorracionales

Para el cálculo de los costos de los tratamientos con fungicidas biorracionales para el control de la cenicilla del rosal (*S. pannosa* var *rosae*), se tomaron en cuenta los resultados de las tres primeras evaluaciones a 11 días de iniciado el experimento los cuales se asentaron en cuadro 11.

Para la tercera evaluación, la infección de la cenicilla en el testigo alcanzó el 42.21 % lo que significó que la enfermedad estuvo bien establecida en el

cultivo. Estos datos concuerdan con Perilla y Sanabria (2007) quienes señalan que en condiciones favorables la cenicilla requiere de 4 a 7 días para mostrar síntomas, y a partir de ahí el incremento de la severidad se duplica día con día. Los mismos autores agregan que en un experimento conducido en la Sabana de Bogotá la enfermedad alcanzó 53 % para el octavo día después de la inoculación y más del 60 % para el noveno.

Cuadro 11. Costos de aplicación de los fungicidas biorracionales para el Control de la cenicilla del rosal (*Spaerotheca pannosa* var. *rosae*) en Villa Guerrero Estado de México. 2010. El análisis incluyó **los resultados de las tres primeras evaluaciones**. 11 días de la primera aplicación. Los tratamientos se ordenaron de menor a mayor costo de 3 aplicaciones.

No	Tratamiento	Dosis l/ha	% Infección	Costo/aplicación (\$)	Costo de 3 aplicaciones (\$)	% eficacia de abbott
9	Tecnocitric	2	1.66	128.00	384.00	95.94
7	Microsul S)	2.5	3.33	175.00	525.00	92.30
3	Cleen Grow	2	2.77	181.00	544.50	92.9
10	Tecnocitric	3 L.ha ⁻¹	2.77	192	576.00	93.37
5	Mix Protective (S)	3 L.ha ⁻¹	2.22	375	1125.00	95.33
6	Mix Protective (S)	4 L.ha ⁻¹	3.33	500.00	1500.00	92.33
4	Cleen Grow	3 L.ha ⁻¹	6.107	544. 73	1634.19	85.23
11	Headline	0.5 L.ha ⁻¹	2.77	675.00	2025.00	92.9
1	Funqui	2 L.ha ⁻¹	3.88	765.00	2295	92.23
8	AZ41	1.5	8.33	774.00	2322.00	75.09
2	Funqui	4 L.ha ⁻¹	8.33	1525.00	4575.00	80.83
12	Testigo absoluto	-	42.217	-	..	0

Al comparar aritméticamente los costos unitarios de los tratamientos (Cuadro 11), se aprecian cambios con relación a los resultados arrojados por el análisis de varianza y las pruebas de Tukey de las evaluaciones respectivas. En éstas,

los productos Tecnocitric y Mix Protective habían sido los más eficaces y los que mantuvieron los porcentajes de infección más bajos (Cuadros 5, 6 y 7). Sin embargo, cuando se incluyeron los costos de aplicación, los mejores tratamientos fueron Tecnocitric2 L.ha⁻¹ con \$384.00 para tres aplicaciones y una eficacia de 95.94 %, Microsul 2.5 L.ha⁻¹ con \$525.00 y 92.30 % de eficacia, Cleen Grow 2 L.ha⁻¹ que costó \$544.50 y obtuvo una eficacia de 92.9 %, Tecnocitric 3 L.ha⁻¹ \$576.00 y eficacia de 93.37 %, quedando Mix Protective 3 L.ha⁻¹ y 4 L.ha⁻¹ en el quinto y sexto lugares con un costo de \$1125.00 y \$1500.00 y 95.33 % y 92.33 % de eficacia. Estos resultados son congruentes tanto en el análisis con los porcentajes de infección como en el que incluyó la eficacia de los fungicidas.

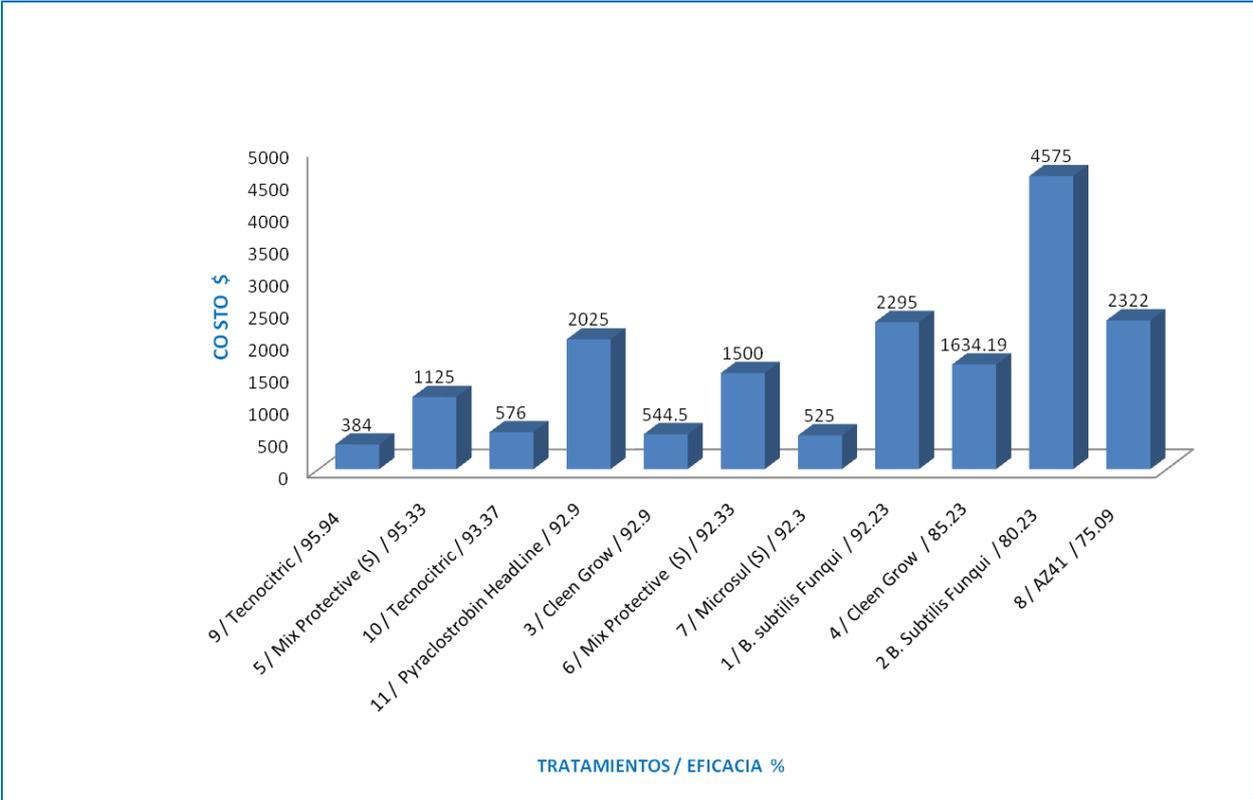


Figura 7. Costo de tres aplicaciones de los fungicidas biorracionales para el Control de la cenicienta del rosal (*Spaheerotherca pannosa* var. *rosae*). Villa Guerrero, Estado de México. 2010. El análisis incluyó los resultados de las **tres primeras evaluaciones** 11 días después de la primera aplicación.

Para la tercera evaluación, como en las dos anteriores, Funqui en ambas dosis y AZ41 1.5 L.ha⁻¹ fueron los menos efectivos con 85 y 80% para los primeros en ese orden y 75 para el segundo (cuadro 11). Asimismo, también obtuvieron costos de las tres aplicaciones más altos con \$2295.00 por hectárea para Funqui 2 L.ha⁻¹ y \$4575.00 por hectárea para Funqui 4 L.ha⁻¹. El costo de aplicación para AZ41 1.5 L.ha⁻¹ fue de más de \$2322.00 por hectárea, por lo cual se consideraron los menos eficaces (Figura 7).

4.4 Discusión general

De acuerdo con los resultados de las evaluaciones, el comportamiento temporal de la enfermedad en el testigo se incrementó conforme avanzó el experimento.

En la preevaluación, la infección fue de 18% en promedio y en la primera evaluación del 31.11 % por lo que se considera se presentaron condiciones adecuadas para el desarrollo del patógeno (Anexo 12,13, 14, 15 y 16), e incluso, estas se manifestaron también para las subsecuentes evaluaciones, del orden del 30.55%, 42.21%, 43.88 % y 52.09% respectivamente, lo cual concuerda con Perilla y Sanabria (2007) quienes reportan que la severidad de la enfermedad incrementa progresivamente en las primeras semanas, llegando incluso a tener un drástico aumento cuando se presentan temperaturas entre los 22 y 24° C. Lo anterior coincide con Powell (1989) y Horst (1995) quienes afirman que las condiciones más favorables para el desarrollo de la enfermedad parecen ser cuando se combinan temperaturas de 15 a 16° C y una humedad relativa de 90 a 99 % durante la noche, condiciones que afectan la germinación, infección y producción de conidios. Así mismo, dichos autores añaden que durante el día las condiciones que favorecen la maduración de conidios son temperaturas de 27 a 29 °C y humedad relativa de 40 a 70%.

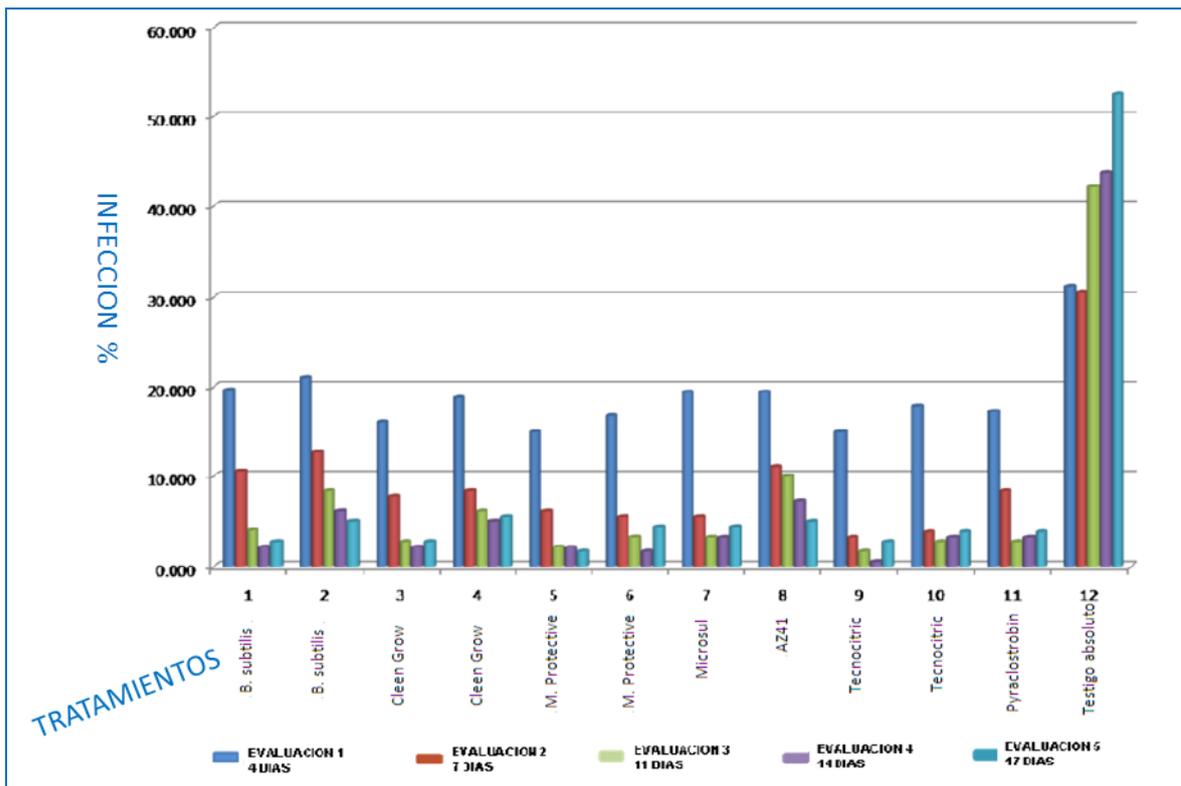


Figura 8. Porcentajes de infección de la Cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) en los tratamientos con fungicidas biorracionales. Villa Guerrero, Estado de México. Los resultados incluyen **cinco evaluaciones** en un periodo de 17 días después de la primera aplicación.

Resumiendo lo anterior, se precisa que de acuerdo a los resultados de eficacia de los fungicidas biorracionales en las cinco evaluaciones, los mejores tratamientos fueron Tecnocitric 2 L.ha⁻¹, Mix Protective 3 L.ha⁻¹ y Microsul 2.5 L.ha⁻¹ ya que presentaron porcentajes de control por arriba del 90 % y menos del 5 % de infección. Así mismo, estos productos fueron los más consistentes a lo largo del experimento (Figuras 10 y 11).

Por otro lado, dado que estos fungicidas biorracionales actúan preventivamente o con bajas infecciones, es necesario que se apliquen en periodos iniciales para obtener mejor control. Lo anterior explica por qué los tratamientos no fueron efectivos en la primera evaluación. No obstante, a partir de la segunda hasta la finalización del experimento, los fungicidas

biorracionales Tecnocitric, Mix Protective, Microsul y Cleen Grow mostraron sus bondades biológicas.

Los altos estándares de calidad del sector de la rosa de corte obligan a los productores a depender en gran medida del uso de plaguicidas,³⁹ lo cual hace que los fungicidas biorracionales sean una alternativa viable para controlar la cenicilla, una de las enfermedades más importantes de esta ornamental. Por lo tanto, sería conveniente que estos productos se alternaran dentro del manejo integral de la enfermedad.

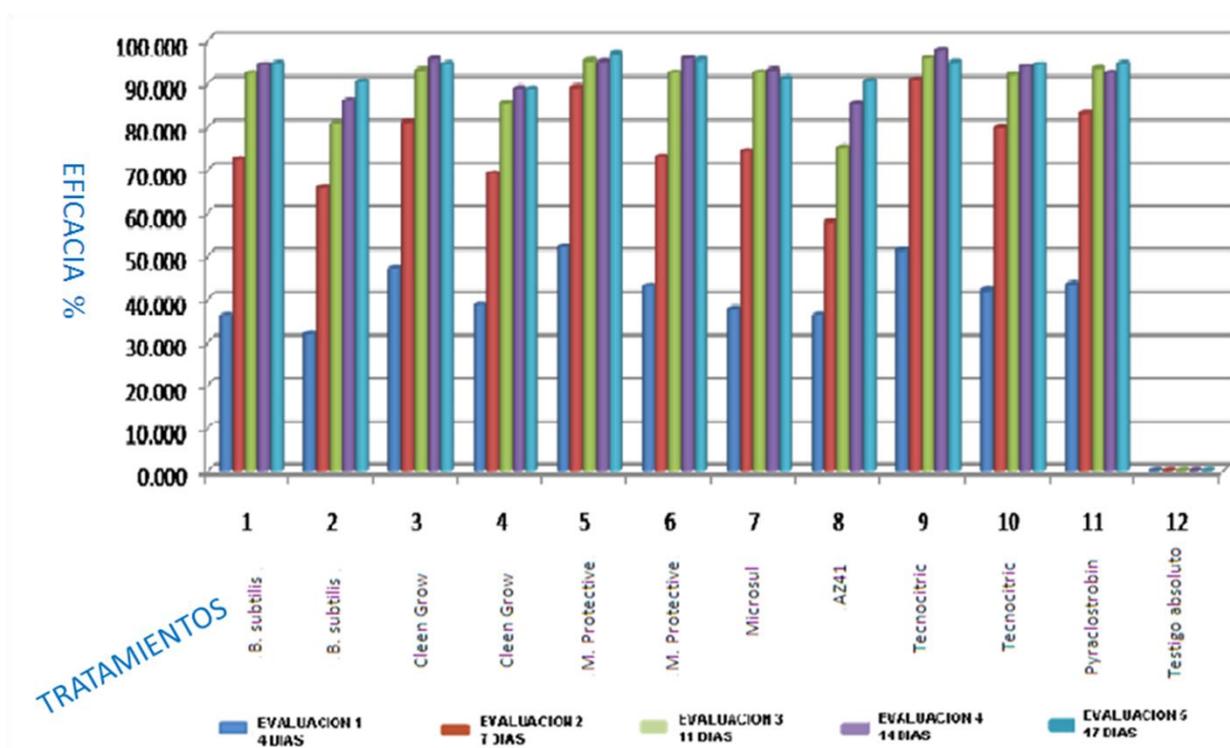


Figura 9. Porcentajes de eficacia de los fungicidas biorracionales en el control de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var *rosae*) en Villa Guerrero, Estado de México. 2010. Los resultados incluyen **cinco evaluaciones** en un periodo de 17 días después de la primera aplicación.

³⁹ <http://www.slideshare.net/alfredorodolfo/flores-y-comercio-internacional>

El Análisis del Área Bajo la Curva del progreso de la enfermedad, por ser un parámetro estabilizador de la varianza, pudo caracterizar mejor el comportamiento temporal de la enfermedad, dando con ello mayor certeza del efecto de los tratamientos sobre el patógeno como lo señalan Rebollar *et al* (2003) y González *et al* (2004). Tomando en cuenta lo anterior, la ABCPE permitió determinar que los mejores tratamientos fueron Tecnocitric 2 L.ha⁻¹, Mix Protective (S) 3 L.ha⁻¹, Microsul (S) 2.5 L.ha⁻¹ y Cleen Grow 2 L.ha⁻¹ (Cuadro 10 y Figura 7)

Finalmente, al conjuntar a la efectividad biológica de los fungicidas biorracionales para el control de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var *rosae*), los resultados del análisis económico parcial de tres aplicaciones y el impacto que tienen sobre el ambiente, se observó que el mejor tratamiento fue Tecnocitric 2 L.ha⁻¹ ya que presentó el mayor porcentaje de control del patógeno con 95.94 % y solo permitió alrededor del 1.6 % de infección, además, el costo de esas aplicaciones fue de 384 pesos por hectárea, el más bajo de todos los tratamientos evaluados (Cuadro,11). Así mismo, se añade que éste fungicida es biodegradable lo que elimina cualquier riesgo de contaminación ambiental y acumulación en el organismo, es por eso que puede usarse sin restricción o efectos colaterales para personas, animales, alimentos, equipos.⁴⁰.

Los tratamientos que contiene azufre como el Microsul (S) 2.5 L.ha⁻¹ y M. Protective 3 L.ha⁻¹ fueron también de los mejores, aunque sus costos de las tres aplicaciones fueron más altos que Tecnocitric 2 L.ha⁻¹.

⁴⁰ <http://www.fertimicro.com.mx/productos/orggnicos/tecnaal/tecnocitric1.html>

Por último, es necesario señalar que en algunas evaluaciones los productos con las dosis mayores presentaron severidades superiores y menores porcentajes de eficacia que aquellos con dosis menores, hecho que subraya que el experimento se llevó a cabo sin sesgos. Lo anterior, posiblemente se debe a que la presión que la enfermedad ejerce sobre el cultivo no se distribuye homogéneamente, debido principalmente a corrientes de aire, manipulación del personal y en algunos casos a la acumulación de residuos de cosecha en los bordes del invernadero (Castro, 2000); también esas pequeñas diferencias sean probablemente porque el ojo humano no las alcanza a percibir con exactitud.

5 CONCLUSIONES

En base a lo anterior se puede concluir lo siguiente:

1. En el experimento se encontró que la mayoría de los fungicidas biorracionales tuvieron control del patógeno *Sphaerotheca pannosa* var *rosae* por arriba del 90 %.
2. Al término de las cinco evaluaciones, el mejor control de *Sphaerotheca pannosa* lo ejerció el fungicida Tecnocitric 2 L.ha⁻¹ con una eficacia de más del 90 %,
3. Todos los productos evaluados ejercieron mejor su acción a medida que avanzó el experimento.
4. Al conjuntar la eficacia y los costos de aplicación, los mejores tratamientos fueron Tecnocitric 2 L.ha⁻¹ Microsul (S) 2.5 L.ha⁻¹, Cleen Grow 2L.ha⁻¹ y Mix Protective (S) 3 L.ha⁻¹
5. El producto AZ41^{atm} 1.5 Lha⁻¹ ejerció un 80% de eficacia al término de las 5 evaluaciones por lo que fue de los tratamientos menos eficaces, aunque se calificaba como uno de los mejores.
6. El testigo regional, Headline 23 CE (Pyraclostrobin) 0.5 L.ha⁻¹ ejerció un control satisfactorio del patógeno *Sphaerotheca pannosa* var. *rosae* en tres de las cinco evaluaciones con una eficacia por arriba del 90 %.
7. Funqui 4 L.ha⁻¹ obtuvo el más alto costo en las tres aplicaciones de todos los tratamientos, 4575.00 pesos por hectárea y uno de los más bajoporcentajes de eficacia con 80.83 % por lo cual se le consideró el producto menos efectivo.
8. El Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad fue un buen parámetro para caracterizar el comportamiento temporal de la cenicilla.

Los productos más eficaces con este parámetro fueron Tecnocitric 2 L.ha⁻¹, Cleen Grow 2 L.ha⁻¹, Mix Protective 3 y 4 L.ha⁻¹ y Microsul 2.5 L.ha⁻¹.

9. El experimento manifestó contundentemente, que es posible manejar exitosamente *Spaherotheca pannosa* var *rosae* con productos biorracionales.

6 LITERATURA CITADA

Agrios, G. N. 2010. Fitopatología. Segunda edición. Editorial Limusa. Mexico.839 pp.

Anónimo, 2006. Biotecnología en la Industria de las Flores de Corte. Revista Claridades Agropecuarias. ASERCA.México. Distrito Federal. Consulta 7 de julio de 2010 en:

<http://www.infoacerca.gob.mx/claridades/revistas/154/ca154.pdf#page=39>

_____, 2006. La Floricultura Mexicana, el Gigante que está Despertando. Revista Claridades Agropecuarias. ASERCA.México. Distrito Federal. Consulta el 6 de julio de 2010. En:

<http://www.infoacerca.gob.mx/claridades/revistas/154/ca154.pdf#page=39>

_____. Headline EC. Company: Basf Canadá. Consulta 10 de julio de 2010. En:

<http://www.gob.mb.ca/agriculture/cropsproduction/pdf/gcp2010/foiar.pdf>

_____. Serenade Max/Serenade ASO. Company: AgraQuest Inc., distributed by United Agri Products. Consulta: 10 de Julio de 2010. En:

<http://www.gob.mb.ca/agriculture/cropsproduction/pdf/gcp2010/foiar.pdf>

Anónimo. Sulfur 80.Tratamientos Guadalquivir S.L. consulta el 10 de julio de 2010. En:

<http://www.tragusa.com/esint/catalogo/ficha.php?producto=128>

_____. Botrytis en hortalizas, vid y ornamentales.Agroterra.com.consulta el 15 de julio de 2010. En:

http://www.agroterra.com/plagasyenfermedades/detalles_PE.asp?IDPE=84

_____. Infoagro. Técnicas para el control de Botrytis. Agricultura Ecológica. Consulta el 12 de julio de 2010. En:

<http://www.infoagro.com/abonos/botrytis2.htm>

_____. Fungicidas. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. Argentina. CROPLIFE. Consulta el 10 de julio de 2010. En: <http://www.Casafe.org/fungicidas.pdf>

_____. El control de los oídios. Terralia. Consulta el 9 de julio de 2010. En:

<http://www.terralia.com/articulo.php?recadID=2706>

Anónimo. SULFLOX® 600F – SULFLOX® 720F. Consulta el 8 de julio de 2010. En: <http://www.crystal-chemical.com/f3.htm>

_____. Fungicida® AZUCO (Azufre coloidal). Consulta el 5 de julio de 2010.

En: <http://www.colombiaexport.com/stoller/stollei.htm>

_____. Estado líquido y solido – Monografías.com. Consulta el 7 de julio de 2010. En: http://www.monografias.com/trabajos28/liquido_solido2.

_____. Fungicidas biorracionales para el control de enfermedades en plantas aromáticas. Plaguicidas al día. Departamento de Protección de Cultivos. Colegio de Ciencias Agrícolas. Universidad de Puerto Rico. Mayagüez, Puerto Rico. Consulta el 7 de junio de 2010. En:

_____, 2008. El cultivo de las rosas para corte. Consulta el 12 de julio de 2010. En: <http://www.infoagro.com/flores/rosas2.htm>

_____, 2008. Cultivos: los rosales. Consulta 15 de julio de 2010. En: http://natureduca.com/jardin_cultivos_rosales_1.php.

_____, 2008. Breves monografías de los cultivos. Consulta. 14 de julio de 2010. En:

<http://W4.SIAP.SAGARPA.gob.mx/AppEstado/monografias/Ornamentos/Rosa>

_____, 2008. Enciclopedia de los Municipios de México. <http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM.mexico>

_____. 2008. Aupest database of pesticides formula. Consulta 12 de julio de 2010. En:

<http://www.aupest.de/pest.l/f309.gif>

_____. 2008. El oídio, una enfermedad del rosal. Consulta 12 de julio de 2010. En:

<http://www.terralia.com/articulo.php?recordID=805>

Asocoa, 2008. Colección de plantas: el rosal Barcelona, España. Consulta el 7 de julio de 2010. En: <http://www.asocoa.com/plantas/rosa.asp>

Ayala, V.M., S. Jaramillo y M. Marín. 2005. Caracterización molecular de aislamientos de *Peronospora sparsa* en cultivos de rosa de la Sabana de Bogotá y el Oriente Antioqueño. Trabajo de grado, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 27 p.

Banner, M. A. 2009. Cultivos Ecológicos: Biorracional – Bioplaguicidas. Guárico: Portal. Oficial. Consulta 16 de julio 2010. En: <http://guarico.com.ve/?p=1903>

Basf Argentina S.A. 2008. Kumulus® DF, El Súper Azufre de Alta Efectividad. Folleto técnico. Consulta 8 de julio de 2010. En: <http://www.basf.com.ar>.

Bautista, M. N.; Soto, R. L.; Pérez, P. R. 2010. Tópicos Selectos de Estadística Aplicados a la Fitosanidad. Primera edición. Colegio de Posgraduados e IPN. 256 pp.

Berger, R. D. (1988). The analysis of effects of control measures on the development of epidemics. Pp. 137-150. In: J. Kranz and J. Rotem (eds.). *Experimental Techniques in Plant Diseases Epidemiology*. Springer – Verlag. Berlin, Germany. 299 p.

Bigre, J. P., J. Morandy C. y M. Tharaund. 1990. *Patología de los Cultivos Florales y Ornamentales*. Primera edición. Mundiprensa. Madrid, España. PP. 36-38.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General. Secretaría de Servicios Parlamentarios. Censo de Documentación, Información y Análisis. Ley Federal de Sanidad Vegetal. Última Reforma DOF 26-07-2007.

Camarena, G. G. (2006). Las especies reactivas de oxígeno en defensa de las plantas contra patógenos. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. Año/vol. 12. Número 001. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 25-30.

Campbell, C. L. and L. V. Madden. 1990. *Introduction to Plant Disease Epidemiology*. Ed. John Wiley & Sons. 530 pp.

Carmona, M. A. 2003. Efectividad de cinco fungicidas con diferente mecanismo de acción para el control del mildiu de rosal *Peronospora sparsa* Berk en Santa María, Villa Guerrero, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Departamento de Parasitología Agrícola. UACH. Méx. 45 pp.

Castro, O. 2000. Mildew veloso y polvoso. *Revista Acopaflor* 7(5):7-18 p.

Chávez M. L. E. (2010). Dosis contra concentración en el control de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* (Wallr. ex Fr.) Lév. var. *rosae* Wor. En el municipio de Villa Guerrero, Estado de México. Tesis profesional. Departamento de Parasitología. UACH. 98 pp.

Cotero, G. H. 1991. Detección de las plagas del rosal (*Rosa* spp) y efecto de tres acaricidas contra araña roja (*Tetranychus urticae* Koch) en Villa Guerrero, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Departamento de Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, Méx. 94pp.

Coyier D. L. G. 1984. Control of Powdery Mildew on Greenhouse- grow Roses Volatilization of fungicides. *Plant Diseases*. 844.pp.

Coyier, D. L. G. 1983. Control of rose powdery mildew in greenhouse and field. *Plant Disease*. 923 pp.

Cruz, C. J. L. y Vélez, T. M. 2003. Propagación de rosa, gerbera, áster, y control de araña roja y cenicilla en rosa. Chapingo, México. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo, Méx. 75pp.

Dorantes, B. M. 1984. El cultivo del rosal (*Rosa spp*) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. Departamento de Parasitología. UACH. Chapingo, Méx. 62pp.

Duran, M. J. 2004. Guía de Ingredientes Activos de Bioplaguicidas. Serie Técnica. Manual Técnico No 1. CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. 3 pp.

Ferre, M. F. y P. J. Salvador P. 1981. El rosal, manual del buen aficionado. Ed. Mundiprensa. Madrid, España. 253pp.

FIRA, 1988. Manual de horticultura ornamental de exportación. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. FIRA. México. 294 pp.

Fira. (1994). Principales Áreas Productoras de Ornamentales del Mundo.

Fira. 1994. Elementos de análisis de las cadenas productivas. Serie ornamentales. Documento Técnico. 36pp

Fuentes López Romualdo. 1996. Análisis de la situación actual de la floricultura en Villa Guerrero estado de México. Tesis Profesional. Depto. de Fitotecnia. UACH. 60 pp.

García, E. R. 2008. Manejo de Enfermedades en Hortalizas con Productos Biorracionales. 2008. Consulta: 17 julio de 2010. En:

http://www.cesavesin.gob.mx/memoria/dia-22/Raymundo_Garcia_Estrada.pdf

García, P.E. Arreola, C. A. y Castro M. E. (2004). Oxígeno Herramientas para fabricar defensas bioquímicas en la planta de Chile. Ciencia y Desarrollo en internet. Consultado en:

<http://www.conacyt.gob.mx/comunicacion/Revista/articulos/completos/pdf/oxigeno.pdf>

Gómez B. J. 2006. Herbicidas Agrícolas: formulaciones, usos, dosis y aplicación. Segunda edición. Trillas. México, Distrito Federal. 270 pp.

Green, M. B.; Hartley, G. S. and West, T. F. 1987. Chemicals for Crop Protection and Pest Control. Pergamon Press. London. 296 pp.

Gutiérrez, G. G. 1988. Enfermedades Fungosas del rosal (*Rosa spp*) de invernadero, Jardín y campo. Tesis de Licenciatura. Departamento de Parasitología. UACH. Chapingo, Méx. 127 pp.

Hernández, H. C. 1996. Control químico de *Botrytis cinérea* Pers. Ex. Fr. En rosal en Villa Guerrero, Edo. Méx. Tesis de Licenciatura. Departamento de Parasitología. UACH. Chapingo, Méx. 57 pp.

Herrera, H. J.C.; Zenil, R. C. 2001. Producción del cultivo del rosal (*Rosa* sp) a raíz desnuda, en Silao, Guanajuato. Tesis profesional. Depto. de Fitotecnia. UAC. 141pp

Horst, R. K. 1983. Compendium of rose diseases. American Phytopathological Society. Minnesota. 50 pp.

INEGI- SAGARPA-SIAP. 2006. Tercera reunión nacional de oedrus. Consulta 20 de junio de 2010. En:

<http://www.siap.gob.mx/snidrus/Nayarit/Presisaac.pdf>

Jephunneh, C. C. and Ruano, P. C. The effects of AZ41 Organic Foliar Fertilizer or Corn Weevil. Sigatoka and Yield of Lakatan Banana. University of Southern Mindanao. Kabakan, Cotabato, Philippines. Consulta 10 de Julio de 2010. En:

http://az41.com/home/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=3

Lisboa, M. M. A. 2003. Efectividad de *Bacillus subtilis* y de una cepa nativa de *Trichoderma harzianum* sobre la incidencia y severidad de pudrición gris (*Botrytis cinérea*) en vid *vinífera*. Memoria de Título. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuelas de Agronomía. Universidad de Talca. Talca, Chile. 38 pp. Consulta el 10 de junio de 2010. En:

<http://www.bionativa.cl/pdf/tesis/nacillus/t5.pdf>

Lastres, M. L. 1992. Factores que afectan las aplicaciones de plaguicidas. Escuela Panamericana. Tegucigalpa. Honduras: Zamorano. Folleto. 2 pp.

Liskey, E. fungicidas estrobilurinas: manejo de la limpieza de la naturaleza. Grounds Maintenance. Consulta el 6 de junio de 2010. En: http://grands-mag.com/mag/grounds-maintenance_strobilurinas-fungicide.nature/index.html

Maimone, S. 2003. Selección y uso de desinfectantes. Codeinep. Ar. Consulta 10 de julio de 2010. En:

<http://www.codeinep.com.ar/control/desinfectantesdeusohosp.htm>

Martínez M. U. 2003. Efectividad de estrobilurinas e inhibidores del ergosterol para el control de cenicilla del rosal *Sphaerotheca pannosa* (var) *rosae* en Santa María Villa Guerrero, Edo. Méx. 47 pp.

Mendoza, Z. C. 1993. Enfermedades del rosal en México. Primera Edición. UACH. Chapingo, México. 62 pp.

Mendoza, Z. C. Fungicidas Sistémicos y su modo de acción. Departamento de Parasitología. UACH. Chapingo, México. 91 pp.

Moizer, V. 1978. Plantas de jardín. Editorial Artia. Madrid. 312 pp.

Moore, J. 2008. Inconveniente convencional (un programa efectivo consiste del uso de biopesticidas y productos convencionales). Hortalizas. Consulta el 17 de julio de 2010. En: <http://www.hortalizas.com/biocontrol/?storyid=1420>

Nexticapan, G. A. 1998. Evaluación de Azoxystrobin para el control de la cenicilla *Sphaerotheca pannosa* (Wall. Ex. Fr.) en rosal. Tesis de Licenciatura. Departamento de Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, Mex. 50 pp.

Ontiveros, L. H. 2004. Manual del Participante: el cultivo del rosal. Consulta 11 de julio de 2010. En: [http://www.sra.gob.mx/internet/información general/programas/fondo tierras/manuales/cultivo rosal.pdf](http://www.sra.gob.mx/internet/información-general/programas/fondo tierras/manuales/cultivo rosal.pdf)

Ortiz, B. F. 2004. Aplicación de plaguicidas nivel cualificado. Manual y ejercicios. Segunda edición. Mundiprensa. México, D. F. 235 pp.

Padrón, C. E. 2009. Diseños Experimentales con Aplicación en la Agricultura y la Ganadería. Editorial Trillas. 224 pp.

Pape, H. 1977. Plagas de las flores y de las plantas ornamentales. Oikos – tau. Barcelona. 650 pp.

Pérez, A. H. 2005. Efectividad del Trifloxystrobin para el control de la cenicilla (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) en el cultivo de rosa en Villa Guerrero, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Departamento de Parasitología. UACH. 48 pp.

Perilla, A. L. y Sanabria, V. A. (2007). Condiciones que favorecen el desarrollo del mildew polvoso (*Sphaerotheca pannosa* var *rosae*) en los cultivos de rosa de la Sabana de Bogotá. Carrera de Microbiología Agrícola y Veterinaria. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

Pisa Agropecuaria, 2008. TH4. Pisa Agropecuaria para animales muy vivos y productivos. Consulta. 12 de julio de 2010. En

<http://www.pisaagropecuaria.com.mx>

Rebollar, A. A.; L. V. Madden y M. A. Ellis. 2007. La Actividad de la azoxistrobina, Pyraclostrobina Y Mefenoxam fosfito en pre y post infección contra la pudrición de la fresa, causada por *Phytophthora cactorum*. Plant Disease. Mayo 2007. Vol. 91, No. 5. PP. 559-564. Consulta el 9 de junio de 2010. En

<http://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PDIS-91-5-0559>

Rebollar, A. A.; Mora A. G. Y Leyva M. G. 2003. Progreso temporal y control de la roya (*Pucciniastrum americanum* (Farl) Arth) de la Frambuesa roja (*Rubus idaeus*L.) en Valle de Bravo, México. Revista Mexicana de Fitopatología, año/vol. 21, C03. pp. 278-284.

Reho, A. I. 2010. Estrategia biorracional. Hortalizas. Consulta 17 julio de 2010. En: <http://www.hortalizas.com/noticias/?storyid=2301>

Rogers, M. N. 1959. Some effects of moisture and host plant susceptibility on the development of powdery mildew of roses, caused by *Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*. Agricultural Experiment Station. New York. 37 pp.

Rodríguez, P. J. M. 1994. Control químico de la cenicilla (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) en rosal (*Rosa* spp) en Villa Guerrero, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Departamento de Parasitología Agrícola. UCh. Chapingo, Méx. 71 pp.

Romero, C. S. 1996. Plagas y enfermedades de ornamentales. UCh. Chapingo y DGSV. México. 244 pp.

Rossini, M. 2007. II Fungicidas. INTA- Alto Valle- Investigación Fitopatología. Consulta 8 de julio de 2010. En:

<http://www.inta.gov.ar/altovalle/actividad/investigacion/fitopatologia/fungicida/fito.htm>

Sandoval, G. J.; Contreras, L. E.; Aguilera, O. R.; Cordero, S. A.; Plata, O. J.; Barrueta R. C.; Granados, P. O. y Urbina, J. J. 1988. Manual de Horticultura Ornamental de Exportación. FIRA. Residencia Estatal del Estado de México. 281pp.

Segura, M. A. 1985. Plaguicidas Agrícolas una introducción a su conocimiento. UCh. Departamento de Parasitología Agrícola. Chapingo México.

Hortalizas. Shuster, D and P. Stausly, 2009. Control biorracional. Uso de plaguicidas efectivos contra plagas de hortalizas, con mínimo impacto en sus depredadores naturales. Consulta 7 de julio 2010. En: <http://www.hortalizas.com/noticias/?storyid=>

Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera. 2008. SIAP-SAGARPA. Consulta 12 de julio de 2010. En <http://www.SIAP.gob.mx>

Singh, R. B. 1996. Dr. Pal and his roses. Ed. New Delhi. The Dr. B. P. Pal Memorial Committee. 223 pp.

Soffia, V. C. 2005. Utilización del fungicida SERENADE® en el control de enfermedades de importancia económica en frutales. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Santiago de Chile. Consulta el 14 de junio de 2010. En:

http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/cienciasagronomicas/montealegre_i/5.html

Varés, M. L. Resistencia de los patógenos a los fungicidas. Universidad Politécnica de Madrid. PP. 340-332. Consulta 17 de julio de 2010. En:

http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Agri%5CAgri_2006_884_completa.pdf

Verdeguer, M. A. 1979. La poda de los arbustos ornamentales. Ministerio de Agricultura. Madrid, España. 20 pp.

Vidalie, H. 1992. Producción de flores y plantas ornamentales. Segunda edición. Mundiprensa. Madrid. 310 pp.

Weiss, F. 1940. Powdery mildew of ornamental plants. U.S. Department of Agriculture. Folleto No 197. 4 pp.

7 ANEXOS

Anexo No. 1. Análisis de varianza para los porcentajes de eficacia de control biorracional de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*). Primera evaluación. Villa Guerrero, Estado de México. 2010.

F V	GL	SC	CM	FC	PR>F
Modelo	13	3236.829269	248.986867	1.89	0.0907
Tratamientos	11	1553.050564	141.180615	1.07	0.4243
Bloques	2	1683.778706	841.8893353	639	0.0065
error	22	2896.372028	131.653274		
total	35	6133.201297	--		

Existen diferencias significativas si $(Pr>F) < \text{Alfa}$. En este caso: Alfa= 0.05

Anexo No. 2. Análisis de varianza para los porcentajes de infección de la primera evaluación del control biorracional de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) en Villa Guerrero, Estado de México. 2010.

F V	GL	SC	CM	FC	PR>F
Modelo	13	600.4201500	46.1861654	3.48	0.0949
Tratamientos	11	594.1801333	54.0163758	4.07	0.0025
Bloques	2	6.2400167	3.1200083	0.24	0.7924
error	22	291.8150500	13.2643205		
total	35	892.2352000	--		

Existen diferencias significativas si $(Pr>F) < \text{Alfa}$. En este caso: Alfa= 0.05

Anexo No. 3. Análisis de varianza para los porcentajes de eficacia del control biorracional de cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*). Segunda evaluación. Villa Guerrero, Estado de México. 2010.

F V	GL	SC	CM	FC	PR>F
Modelo	13	9690.91428	745.43494	2.63	0.0221
Tratamientos	11	8655.844875	877.804080	3.10	0.0116
Bloques	2	35.069400	17.534700	0.06	0.9402
error	22	6236.17820	283.46265		
total	35	15977.09248	--		

Existen diferencias significativas si $(Pr>F) < \text{Alfa}$. En este caso: Alfa= 0.05

Anexo No. 4. Análisis de varianza para los porcentajes de infección de la segunda evaluación del control biorracional de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*). Villa Guerrero, Estado de México. 2010.

F V	GL	SC	CM	FC	PR>F
Modelo	13	1761.809944	135.523842	11.04	0.0001
Tratamientos	11	1726.456856	156.950623	12.78	0.0001
Bloques	2	35.353089	17.676544	1.24	0.2585

error	22	270.158178	12.279917		
total	35	2031.968122	--		

Existen diferencias significativas si $(Pr>F) < \text{Alfa}$. En este caso: Alfa= 0.05

Anexo No. 5. Análisis de varianza para los porcentajes de eficacia del control biorracional de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*). Tercera evaluación. Villa Guerrero, Estado de México. 2010.

F V	GL	SC	CM	FC	PR>F
Modelo	13	7607.086928	585.160533	14.37	0.0001
Tratamientos	11	7558.654389	687.150399	16.88	<.0001
Bloques	2	48.432539	24.216269	0.59	0.5603
error	22	895.616128	40.709824		
total	35	8502.703056	--		

Existen diferencias significativas si $(Pr>F) < \text{Alfa}$. En este caso: Alfa= 0.05

Anexo 6. Análisis de varianza para los porcentajes de infección del control biorracional de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*). Tercera evaluación. Villa Guerrero, Estado de México. 2010.

F V	GL	SC	CM	FC	PR>F
Modelo	13	4217.288683	324.506822	26.58	<.0001
Tratamientos	11	4172.684667	379.334970	31.08	<.0001
Bloques	2	44.604017	22.302008	1.83	0.1845
error	22	268.544317	12.206560		
total	35	4485.833000	--		

Existen diferencias significativas si $(Pr>F) < \text{Alfa}$. En este caso: Alfa= 0.05

Anexo No. 7. Análisis de varianza para los porcentajes de eficacia del control biorracional de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*). Cuarta evaluación. Villa Guerrero, Estado de México. 2010.

F V	GL	SC	CM	FC	PR>F
Modelo	13	7122.966003	547.920462	11.43	<.0001
Tratamientos	11	7018.090097	638.008191	13.21	<.0001
Bloques	2	104.875906	52.437953	1.09	0.3524
error	22	1054.571694	47.935077	-	
total	35	8177.537697	--		

Existen diferencias significativas si $(Pr>F) < \text{Alfa}$. En este caso: Alfa= 0.05

Anexo No. 8. Análisis de varianza para los porcentajes de infección del control biorracional de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*). Cuarta evaluación. Villa Guerrero, Estado de México. 2010.

F V	GL	SC	CM	FC	PR>F
Modelo	13	4641.650569	357.050044	30.29	<.0001
Tratamientos	11	4629.683964	420.880360	35.70	>.0001
Bloques	2	11.966606	5.983303	0.53	0.6089
error	22	259.366128	11.789369		

total	35	4901.016697	--		
-------	----	-------------	----	--	--

Existen diferencias significativas si $(Pr>F) < \text{Alfa}$. En este caso: Alfa= 0.05

Anexo No. 9. Análisis de varianza para los porcentajes de eficacia del control biorracional de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*). Quinta evaluación. Villa Guerrero, Estado de México. 2010.

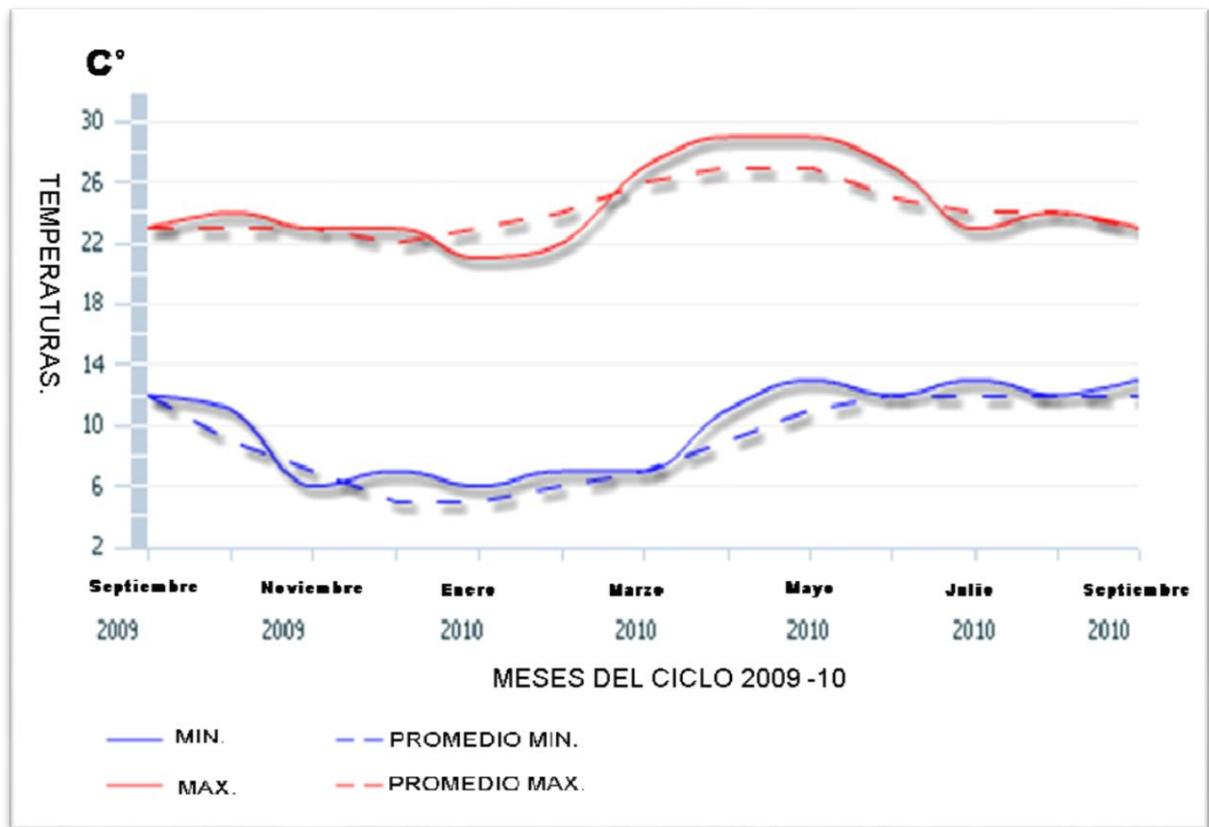
F V	GL	SC	CM	FC	PR>F
Modelo	13	4893.045550	376.388119	25.20	<.0001
Tratamientos	11	4820.362633	438.214785	29.33	>.0001
Bloques	2	72.682917	36.341458	2.43	0.1111
error	22	328.652750	14.938761		
total	35	5221.698300	--		

Existen diferencias significativas si $(Pr>F) < \text{Alfa}$. En este caso: Alfa= 0.05

Anexo 10. Análisis de varianza para los porcentajes de infección del control biorracional de la cenicilla del rosal (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*). Quinta evaluación. Villa Guerrero, Estado de México. 2010.

F V	GL	SC	CM	FC	PR>F
Modelo	13	6573.263236	505.635634	68.75	<.0001
Tratamientos	11	6563.914964	596.715442	81.13	>.0001
Bloques	2	9.348272	4.674136	0.64	0.5391
error	22	161.807061	7.354866		
total	35	6735.070297	--		

Existen diferencias significativas si $(Pr>F) < \text{Alfa}$. En este caso: Alfa= 0.05



Fuente: <http://www.sunmap.eu/weather/north-america/mexico/estado-de-mexico>

Anexo 11. Temperaturas en oC mínima, máxima y promedio registradas en el municipio de Villa Guerrero, Estado de México durante los años 2009 y 2010.

Anexo 12. Distribución histórica mensual (30 años) de la precipitación pluvial y temperatura del municipio de Villa Guerrero, Estado de México

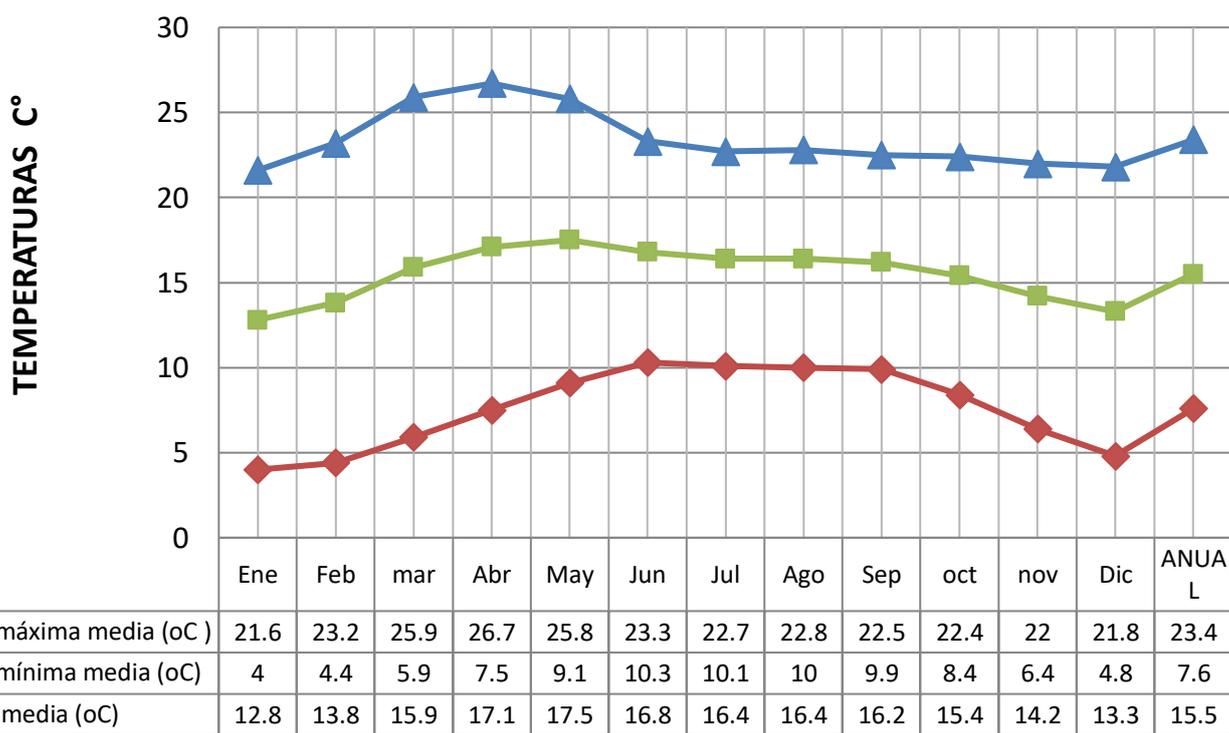
Variable	Ene	Feb	mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	oct	nov	Dic	Anua
Temp. máxima media (°C)	21.6	23.2	25.9	26.7	25.8	23.3	22.7	22.8	22.5	22.4	22.0	21.8	23.4
Temp. mínima media (°C)	4.0	4.4	5.9	7.5	9.1	10.3	10.1	10.0	9.9	8.4	6.4	4.8	7.6
Temp. media (°C)	12.8	13.8	15.9	17.1	17.5	16.8	16.4	16.4	16.2	15.4	14.2	13.3	15.5
Temp. diurna media (°C)	17.8	18.9	21.2	22.0	21.6	20.0	19.5	19.6	19.4	19.1	18.6	18.1	19.6
Temp. nocturna media oC	7.8	8.6	10.6	12.2	13.4	13.6	13.3	13.2	12.9	11.6	9.8	8.5	11.3
Oscilación térmica (oC)	17.6	18.9	20.0	19.2	16.7	13.0	12.6	12.8	12.6	14.0	15.6	16.9	15.8
Precipitación pluvial (mm)	23.5	10.1	14.3	40.9	99.9	246.2	238.9	237.5	228.0	89.2	20.2	13.8	1262.6
Precipitación pluvial máxima en 24 horas (mm)	67.0	36.3	29.8	54.3	52.0	85.9	68.0	114.0	68.0	88.3	24.6	44.6	114.0
No. De días con lluvia	2.3	2.2	2.9	5.4	12.8	20.3	22.1	22.6	20.4	11.0	3.9	2.4	128.3
Evaporación (mm)	59.0	71.7	118.8	127.5	112.6	89.0	91.9	91.0	80.2	67.9	58.0	49.4	1017.0
Fotoperiodo (h)	11.0	11.4	11.9	12.4	12.9	13.1	13.0	12.7	12.2	11.6	11.1	10.9	12

Fuente: http://agromapas.inifap.gob.mx/pdf/Estadisticas.climatologicas.basicas.para.el_estado.de.mexico.pdf

Anexo 13. Distribución histórica mensual (30 años) de la temperatura en el municipio de Villa Guerrero, Estado de México.

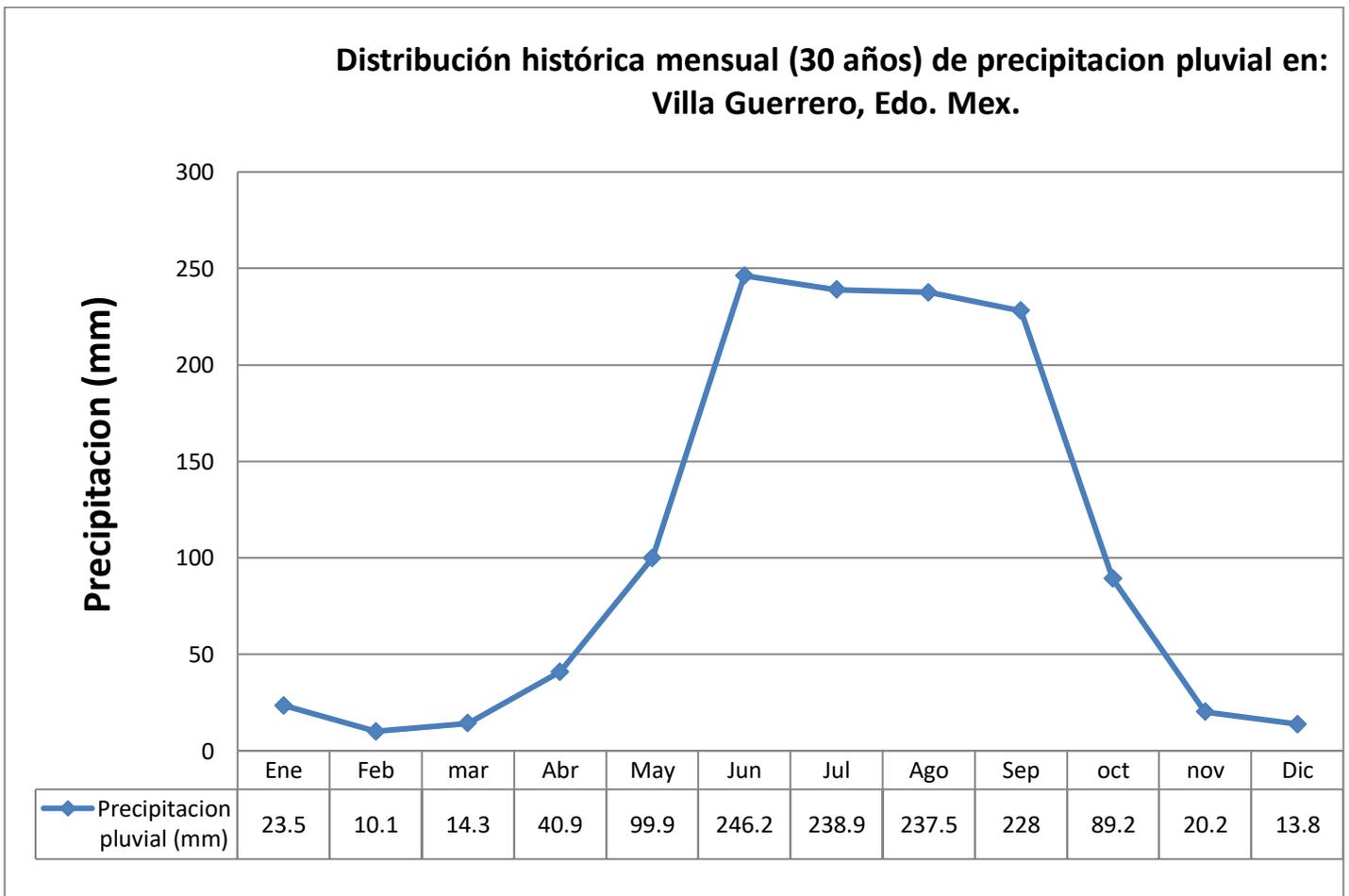
	Ene	Feb	mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	oct	nov	Dic	ANUAL
Temp. maxima media (oC)	21.6	23.2	25.9	26.7	25.8	23.3	22.7	22.8	22.5	22.4	22	21.8	23.4
Temp. minima media (oC)	4	4.4	5.9	7.5	9.1	10.3	10.1	10	9.9	8.4	6.4	4.8	7.6
Temp. media (oC)	12.8	13.8	15.9	17.1	17.5	16.8	16.4	16.4	16.2	15.4	14.2	13.3	15.5

**Distribución histórica mensual (30 años) de la temperatura en:
Villa Guerrero, Edo. Mex.**



Anexo 14. Distribución histórica mensual (30 años) de la precipitación pluvial en el municipio de Villa Guerrero, Estado de México.

	Ene	Feb	mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	oct	nov	Dic
Precipitación pluvial (mm)	23.5	10.1	14.3	40.9	99.9	246.2	238.9	237.5	228	89.2	20.2	13.8



Anexo 15. Distribución histórica mensual (30 años) de días con lluvia en el municipio de Villa Guerrero, Estado de México.

	Ene	Feb	mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	oct	nov	Dic
No. De días con lluvia	2.3	2.2	2.9	5.4	12.8	20.3	22.1	22.6	20.4	11	3.9	2.4

