

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**ANÁLISIS ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA CENICILLA EN ROSA (*Rosa* sp.)
OCASIONADO POR *Podosphaera pannosa*, EN TRES VARIEDADES, EN LA FINCA
MAYA KOTZ'IJ, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA MAYA
KOTZ'IJ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

YANIRA DABEIBA MARTINEZ GALVEZ

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2022

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**ANÁLISIS ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA CENICILLA EN ROSA (*Rosa* sp.)
OCASIONADO POR *Podosphaera pannosa*, EN TRES VARIEDADES, EN LA FINCA
MAYA KOTZ'IJ, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA MAYA
KOTZ'IJ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

YANIRA DABEIBA MARTINEZ GALVEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERA AGRÓNOMA

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2022

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

RECTOR

M.A. WALTER RAMIRO MAZARIEGOS BIOLIS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL I	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
VOCAL II	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
VOCAL III	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL IV	Bach. Carmen Aracely García Pirique
VOCAL V	P. Agr. Mynor Fernando Almengor Orenos
SECRETARIO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2022

Guatemala, octubre de 2022

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

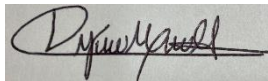
De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado: **“ANÁLISIS ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA CENICILLA EN ROSA (*Rosa* sp.) OCASIONADO POR *Podosphaera pannosa*, EN TRES VARIEDADES, EN LA FINCA MAYA KOTZ’IJ, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA MAYA KOTZ’IJ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A. ”** Como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

F. _____



YANIRA DABEIBA MARTINEZ GALVEZ

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Por su inmenso amor al guiarme y cuidarme en todo momento, bendiciéndome con sabiduría e inteligencia para culminar esta meta.

A MIS PADRES

César Martínez (Q.E.P.D.), quien siempre quiso lo mejor para mí y aunque hoy ya no este conmigo sus recuerdos e ideales siembre vivirán en mi corazón. Heidy Gálvez, por ser un ejemplo de lucha y perseverancia en mi vida, por siempre demostrarme que el amor de una madre es eterno. Este triunfo es de ustedes los amo con todo mi corazón.

A MI HERMANA

Ligia Martínez, por estar siempre conmigo, defenderme y apoyarme en todo momento, sin duda alguna la mejor hermana del mundo, te amo bebé.

A MI FAMILIA

Principalmente a Berta Manzo (Q.E.P.D.), Walki Gálvez, Gilmar Gálvez, Leobardo Gálvez, Sucely Gálvez, Gladys Gálvez, Dory Galvez, Gabriela López, Zoila Bermejo, Griselda Martínez. Por sus consejos, apoyo incondicional, cariño y enseñanzas.

A MIS PRIMOS

Principalmente a Ramiro Gálvez, José Luis Gálvez, Pedro Galvez, Isabela Galvez y Anely Gálvez. Por su compañía, cariño y compartir momentos de alegría. Que este logro sea un ejemplo para ustedes y luchen por sus metas.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

Shirley Pinzón, Jennifer Gálvez, Lizbeth Sapón, Alejandra Vásquez, Clara Ordoñez, Jackeline Salvador, Ana Cacatzi, Fernando Ramazzini, Astrid Lara, Joel Uz, Heliberto Méndez, Karla López, Evelyn López, Edilberto Pérez, Diego Prado, Fernanda Rosales, Carlos Duarte. Por sus consejos, palabras de aliento y experiencias vividas a lo largo de este proceso.

AGRADECIMIENTOS

A:

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, máxima casa de estudios quien me permitió formarme como profesional.

FACULTAD DE AGRONOMÍA, por todos los conocimientos y enseñanzas brindadas a lo largo de este proceso.

MI SUPERVISOR, Dr. Edin Orozco por su amistad, paciencia, apoyo y conocimientos brindados durante el EPS. Ing. Agr. MSc. Edwin Cano por su apoyo incondicional y orientación en la etapa final de esta investigación.

MI ASESOR, Dr. Ezequiel López por su comprensión y ayuda en la realización de la presente investigación.

FINCA MAYA KOTZ'IJ, por permitirme realizar el EPS, principalmente a Hugo Castellanos y Estela Xalín por su amistan, apoyo y conocimientos brindados.

MIS MAESTROS, MEPU. Walter Sazo por su amistad, cariño, enseñanzas y consejos dados durante todo este tiempo. Ing. Agr. Udine Aragón (Q.E.P.D.), Dr. Marco Tulio Aceituno (Q.E.P.D.), Ing. MSc. Carlos Búcaro, Dr. Amílcar Sánchez, Ing. Agr. Willy Quintana, Ing. Agr. Kelder Ortiz. Por los conocimientos brindados durante este periodo de formación y ser excelentes profesionales.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Página

1	CAPÍTULO I DIAGNÓSTICO DE LA FINCA MAYA KOTZ'IJ, EL REJEGUERO, SECTOR 1, LOTE 120 LOS PINGÜINOS, ALDEA LOMA ALTA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.....	1
1.1	PRESENTACIÓN.....	3
1.2	MARCO REFERENCIAL	4
1.2.1	Ubicación	4
1.2.2	Clima.....	4
1.2.3	Suelos.....	4
1.2.4	Temperatura de invernadero	4
1.2.5	Características del invernadero	4
1.3	OBJETIVOS.....	6
1.3.1	General	6
1.3.2	Específicos	6
1.4	METODOLOGÍA	7
1.4.1	Observación directa.....	7
1.4.2	Consulta a fuentes primarias y secundarias	7
1.4.3	Identificación y síntesis de los problemas.....	8
1.4.4	Variables e indicadores.....	8
1.4.5	Recursos.....	8
1.5	RESULTADOS.....	9
1.5.1	Área de propagación.....	9
1.5.2	Área vegetativa.....	10
A.	Eliminación de yemas a los patrones.....	10
B.	Recolección de yemas para injertar	10
C.	Injertación	10
D.	Eliminación del vendaje	10
E.	Poda del patrón.....	10
F.	Eliminación de botones.....	11

G.	Formación de la planta.....	11
H.	Colocación de mayas.....	11
1.5.3	Área de producción.....	11
A.	Corte de rosas.....	11
B.	Transporte de rosas.....	12
1.5.4	Área de pos cosecha.....	12
A.	Hidratación de las rosas.....	12
B.	Corte de follaje y clasificación de tallos.....	12
C.	Saneamiento de enfermedades y plagas.....	12
D.	Elaboración de boches y buques.....	13
1.5.5	Área de cuarto frío.....	13
1.5.6	Área de bodega.....	13
1.5.7	Área de fertirriego.....	13
1.5.8	Área de fumigación.....	14
1.5.9	Área de venta.....	14
1.6	CONCLUSIONES.....	15
1.7	RECOMENDACIONES.....	16
1.8	BIBLIOGRAFÍA.....	17
1.9	ANEXOS.....	18
1.9.1	Situación actual de la finca Maya Kotz'ij.....	18
2	CAPÍTULO II ANÁLISIS ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA CENICILLA EN ROSA (<i>Rosa</i> sp.) OCASIONADO POR <i>Podosphaera pannosa</i> , EN TRE VARIEDADES, EN LA FINCA MAYA KOTZ'IJ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A. ..	20
2.1	PRESENTACIÓN.....	22
2.2	MARCO TEÓRICO.....	24
2.2.1	Marco conceptual.....	24
A.	Origen del cultivo de rosas.....	24
2.2.2	Clasificación taxonómica de la rosa.....	24
2.2.3	Morfología de la rosa.....	24
2.2.4	Variedades de rosas.....	25

2.2.5	Desarrollo del cultivo de rosas	25
2.2.6	Requerimientos edafoclimáticos de las rosas	26
2.2.7	Manejo del cultivo	26
2.2.8	Cenicilla del rosal.....	27
2.2.9	Agente etiológico	27
2.2.10	Clasificación taxonómica del agente causal de la cenicilla	27
2.2.11	Síntomas de la cenicilla	28
2.2.12	Signos del patógeno	28
2.2.13	Ciclo de la enfermedad	28
2.2.14	Manejo de la cenicilla.....	29
2.2.15	Resistencia a la cenicilla.....	31
2.2.16	Daños ocasionados por la cenicilla.....	31
2.2.17	Concepto de epidemia	32
2.2.18	Cuantificación de una epidemia.....	32
B.	Severidad.....	33
2.2.19	Sistemas visuales de medición de severidad	33
A.	Escala de severidad.....	33
2.2.20	Transformación de valores de severidad	34
2.2.21	Análisis temporal de una epidemia	34
2.2.22	Análisis espacial de una epidemia.....	34
2.2.23	Índices de dispersión utilizados para análisis espacial de enfermedades	35
2.2.24	Modelación de epidemias	35
2.2.25	Modelos flexibles y no flexibles.....	36
2.2.26	Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE).....	36
2.2.27	Análisis del área bajo la curva del progreso de la enfermedad.....	37
2.3	Marco referencial	38
2.3.1	Ubicación	38
2.3.2	Clima.....	38
2.3.3	Suelos.....	38

	Página
2.3.4	Temperatura de invernadero 38
2.3.5	Características del invernadero..... 38
2.3.6	Estudios referentes al tema..... 38
2.4	OBJETIVOS 40
2.4.1	Objetivo general 40
2.4.2	Objetivos específicos 40
2.5	HIPÓTESIS 41
2.6	METODOLOGÍA..... 42
2.6.1	Metodología experimental 42
A.	Distribución espacial de la enfermedad..... 42
2.6.2	Estudio de análisis temporal 44
A.	Análisis de la información..... 45
2.6.3	Manejo del experimento 45
A.	Programa fitosanitario para el control de cenicilla en el cultivo de rosa 45
B.	Programa de manejo del cultivo de rosa 47
2.7	RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 50
2.7.1	Determinación del progreso espacial de la cenicilla en rosa 50
A.	Índices de dispersión de Morisita y Lloyd por variedad de rosa e invernadero 50
2.7.2	Determinación del progreso temporal de la cenicilla en rosa 56
A.	Invernadero 1, incidencia y severidad de cenicilla en rosa en la variedad Blush .. 56
B.	Invernadero 5, incidencia y severidad de cenicilla en la variedad Vendela..... 58
C.	Invernadero 7, incidencia y severidad de cenicilla en la variedad Freedom..... 59
D.	Índice de severidad y área bajo la curva del progreso de la enfermedad de cenicilla en rosa, para las variedades Blush, Vendela y Freedom 60
2.8	CONCLUSIONES..... 62
2.9	RECOMENDACIONES 63
2.10	BIBLIOGRAFÍA 64
2.11	ANEXOS 68
2.11.1	Fenología del botón floral del cultivo de rosas 70

2.11.2	Cenicilla en rosa	71
3	CAPÍTULO III.....	73
3.1	PRESENTACIÓN.....	75
3.2	SERVICIO 1: MANUAL DE ENFERMEDADES Y PLAGAS DEL CULTIVO DE ROSAS (<i>Rosa</i> sp.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO	76
3.2.1	Objetivos.....	76
3.2.2	Metas	76
3.2.3	Metodología	76
3.2.4	Recursos.....	77
3.2.5	Resultados.....	77
3.2.6	INTRODUCCIÓN	79
3.2.7	VARIEDADES DE ROSAS CULTIVADAS EN LA FINCA.....	80
3.2.8	PRINCIPALES ENFERMEDADES Y PATÓGENOS ASOCIADOS A TEJIDOS VEGETALES EN EL CULTIVO DE ROSAS EN INVERNADERO	82
3.2.9	<i>Podosphaera pannosa</i>	83
3.2.10	<i>Rhizobium radiobacter</i>	85
3.2.11	<i>Phragmidium mucronatum</i>	88
3.2.12	<i>Coniothyrium fuckelii</i>	91
3.2.13	<i>Botrytis cinerea</i>	93
3.2.14	<i>Peronospora sparsa</i>	95
3.2.15	<i>Capnodium</i> sp.....	98
3.2.16	PLAGAS ASOCIADAS A ROSAS EN INVERNADERO.....	101
3.2.17	<i>Spodoptera frugiperda</i>	102
3.2.18	<i>Frankliniella occidentalis</i>	103
3.2.19	<i>Myzus persicae</i>	105
3.2.20	<i>Tetranychus urticae</i>	106
3.2.21	Evaluación	108
3.2.22	Anexos.....	108
3.3	SERVICIO 2: ELABORACIÓN Y SIEMBRA DE PATRONES DE ROSA SILVESTRE (<i>Rosa canina</i>)	109

	Página
3.3.1	Objetivos 109
3.3.2	Metas 109
3.3.3	Metodología..... 109
3.3.4	Recursos 110
3.3.5	Resultados 110
3.3.6	Evaluación..... 110
3.3.7	Anexos 111
3.4	SERVICIO 3: CONTROL DE DESECHOS EN POSCOSECHA POR VARIEDAD DE ROSAS 112
3.4.1	Objetivos 112
3.4.2	Metas 112
3.4.3	Metodología..... 112
3.4.4	Recursos 112
3.4.5	Resultados 113
3.4.6	Evaluación..... 115
3.4.7	Anexos 115
3.5	Bibliografía 116

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ubicación geográfica de la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.....	5
Figura 2A. Descripción: a. Invernaderos, b. Malezas alrededor de los invernaderos, c. Restos de podas, d. Cenicilla en planta pequeña, e. Daño en el pedúnculo por cenicilla, f. Bacterias en hojas, g. <i>Coniothyrium fuckelii</i> , h. Transporte de rosas en cajas, i. Bonch de rosas.....	18
Figura 3. Fenología del botón floral en la variedad Freedom, finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.	25
Figura 4. Ciclo de la cenicilla del rosal causada por <i>Podosphaera pannosa</i>	29
Figura 5. Daños por la cenicilla. A) Planta joven, B) Haz de una hoja, C) Pedúnculo del botón floral.....	31
Figura 6. Escala y diagrama de severidad de <i>Cercospora kikuchii</i> en el peciolo.	33
Figura 7. Ubicación geográfica de la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.....	39
Figura 8. Croquis del arreglo espacial de las parcelas de muestreo para la cuantificación de cenicilla en rosa ocasionada por <i>Podosphaera pannosa</i>	42
Figura 9. Escala diagramática logarítmica de <i>Peronospora sparsa</i> en rosa, del Centro Universitario UAEM Tenancingo, México.	43
Figura 10. Escala diagramática de <i>Podosphaera pannosa</i> del cultivo de rosa, adaptada de la escala propuesta por el Centro Universitario UAEM Tenancingo, México.	44
Figura 11. Mapas bidimensionales del análisis espacial de cenicilla en rosa en el invernadero 1, con la variedad de rosa Blush. A,C) Dispersión agregada según índices de Morisita y Lloyd. B,D) Dispersión uniforme según índices de Morisita y Lloyd. En la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.	53
Figura 12. Mapas bidimensionales del análisis espacial de cenicilla en rosa en el invernadero 5, con la variedad de rosa Vendela. A,B,C,D) Dispersión uniforme según índices de Morisita y Lloyd. En la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.	54

- Figura 13. Mapas bidimensionales del análisis espacial de cenicilla en rosa en el invernadero 7, con la variedad de rosa Freedom. A,D) Dispersión agregada según índices de Morisita y Lloyd. B) Dispersión uniforme según índices de Morisita y Lloyd. C) Dispersión aleatoria según índices de Morisita y Lloyd. En la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. 56
- Figura 14. Análisis temporal de la cenicilla en rosa de la variedad Blush, invernadero 1. A) Curva del progreso temporal de la enfermedad a partir de valores de incidencia. B) Severidad de cenicilla en rosa, cuantificada durante el periodo de 9/05/2019 a 10/09/2019, finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. 57
- Figura 15. Análisis temporal de la cenicilla en rosa de la variedad Vendela, invernadero 5. A) Curva del progreso temporal de la enfermedad a partir de valores de incidencia. B) Severidad de cenicilla en rosa, cuantificada durante el periodo de 9/05/2019 a 10/09/2019, finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala..... 58
- Figura 16. Análisis temporal de la cenicilla en rosa de la variedad Freedom, invernadero 7. A) Curva del progreso temporal de la enfermedad a partir de valores de incidencia. B) severidad de cenicilla en rosa, cuantificada durante el periodo de 9/05/2019 a 10/09/2019, finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala..... 59
- Figura 17. Análisis temporal de la cenicilla en rosa, variedades Blush, Vendela y Freedom. A) Curva del progreso temporal de la enfermedad a partir de valores de índices de severidad. B) Área bajo la curva del progreso de la enfermedad, cuantificada durante el periodo de 9/05/2019 a 10/09/2019, finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala..... 61
- Figura 18A. Descripción: 1). Punto arroz, 2). Punto maíz, 3). Punto mostrando sépalo, 4). Punto mostrando pétalo, 5). Punto silbido, 6). Punto lápiz, 7). Punto abierto. A). Blush. B). Vendela. C). Freedom. En la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala..... 70
- Figura 19A. Descripción: 1). Cenicilla en el haz de la hoja, 2). Cenicilla en el tallo, 3). Cenicilla en el envés de la hoja, 4). Cenicilla en el pedúnculo. En la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. 71

Figura 20. Descripción: variedades de rosas. a. Freedom b. Vendela c. Topaz d. Dejavoo e. Engagement f. Blush g. High magic h. Cool water i. Cherry brandy j. Impulse k. Rosita véndela l. Coffee break m. Divina n. Elizza ñ. Santa fe o. Joker p. Lipstick q. Tormenta r. Boulevard s. Maya fresa t. Star 2000 u. Dark engagement v. High magic. w. High Candy. Finca Maya Kotz'ij, Aldea Loma Alta, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.	81
Figura 21. Patógenos presentes en campo y pos cosecha, en la Finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.....	82
Figura 22. Síntomas de <i>Podosphaera pannosa</i> en las hojas y pedúnculo en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.....	83
Figura 23. Esporas de <i>Podosphaera pannosa</i> , observadas con el objetivo 10x.	84
Figura 24. Alta densidad de siembra 10 cm a 12 cm entre plantas de rosa a doble hilera en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.....	84
Figura 25. Realización de poda por botón ciego en el cultivo de rosas en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.....	85
Figura 26. <i>Rhizobium radiobacter</i> en las hojas y tallo del cultivo de rosas en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.....	86
Figura 27. Colonias de la bacteria <i>Rhizobium radiobacter</i>	86
Figura 28. Contagio por daño mecánico de <i>Rhizobium radiobacter</i> en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.	87
Figura 29. <i>Rhizobium radiobacter</i> en el follaje de la variedad Blush en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.	88
Figura 30. Síntomas de la roya en el envés de la hoja en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.	89
Figura 31. Teliosporas observadas con el objetivo 40x.	89
Figura 32. Alta humedad en el suelo en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.	90

Figura 33. Podas selectivas en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.	90
Figura 34. Tallo con síntomas de <i>Coniothyrium fuckelii</i> en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.	91
Figura 35. Exceso de humedad en los tablones en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.	92
Figura 36. Podas en la variedad Cherry brandy en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.	92
Figura 37. Síntomas de la enfermedad en tejidos de rosas en el área de pos cosecha de la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.	93
Figura 38. Hifas y esporas de <i>Botrytis cinerea</i> , observadas con el objetivo 10x.	94
Figura 39. Tallo y botón floral infectado con <i>Botrytis cinerea</i> en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.	94
Figura 40. Limpieza entre tablones por realización de poda en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.	95
Figura 41. Síntomas de <i>Peronospora sparsa</i> en el tallo y hojas en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.	96
Figura 42. Esporangioforos de <i>Peronospora sparsa</i> , observadas con el objetivo 40x.	96
Figura 43. Alta humedad en el suelo en la Finca Maya Kotz'ij.	97
Figura 44. Malezas en la orilla de los invernaderos y restos de podas en la finca Maya Kotz'ij.	98
Figura 45. Síntomas de <i>Capnodium</i> sp. En la finca Maya Kotz'ij.	99
Figura 46. Esporas faeas de <i>Capnodium</i> sp, observadas con el objetivo 10x.	99
Figura 47. Excrementos de pulgón en el follaje en la finca Maya Kotz'ij.	100
Figura 48. Principales plagas en el cultivo de rosas, a. <i>Spodoptera frugiperda</i> b. <i>Tetranychus urticae</i> c. <i>Frankliniella occidentalis</i> d. <i>Myzus persicae</i> . En la finca Maya Kotz'ij.	101
Figura 49. Daños ocasionados por <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de rosas en la finca Maya Kotz'ij.	102

Figura 50. Presencia de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de rosas en la finca Maya Kotz'ij.	103
Figura 51. <i>Frankliniella occidentalis</i> en la finca Maya Kotz'ij.	104
Figura 52. Trampas de nylon colocadas en el invernadero para control de trips en la finca Maya Kotz'ij.	104
Figura 53. Tris en brotes de rosas en la finca Maya Kotz'ij.	105
Figura 54. Pulgón parasitado con <i>Aphidius colemani</i> en la finca Maya Kotz'ij.	106
Figura 55. <i>Tetranychus urticae</i> en la finca Maya Kotz'ij.	107
Figura 56. Limpieza de focos de araña en la finca Maya Kotz'ij.	107
Figura 57A. Portadas del manual de enfermedades y plagas en el cultivo de rosas bajo condiciones de invernadero en la finca Maya Kotz'ij.	108
Figura 58A. Descripción: a. Limpieza del enraizador y elaboración de camas b. Llenado de bolsas con la mezcla c. Colocación de los patrones en la hormona d. Siembra de los patrones e. Limpieza y selección de la tira sabia f. Siembra de los patrones en el invernadero.....	111
Figura 59. Gráfica de desechos por variedad de rosas en pos cosecha durante los meses de julio, agosto, septiembre y octubre en la finca Maya Kotz'ij.....	114
Figura 60A. Descripción: a. Fenología inadecuada b. Daño por cenicilla c. Daño por gusano.....	115

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Modelos flexibles y no flexibles utilizados en epidemiología.	36
Cuadro 2. Programa fitosanitario para el control de cenicilla en el cultivo de rosas en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.	45
Cuadro 3. Programa de manejo del cultivo de rosa en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.	47
Cuadro 4. Programa de fertirriego del cultivo de rosas en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.	48
Cuadro 5. Índices de dispersión de Morisita y Lloyd, para el monitoreo de la cenicilla en rosa por variedad e invernadero, en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.	50
Cuadro 6A. Inventario de plantas de rosa por invernadero y variedad en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.	68
Cuadro 7A. Valores del coeficiente de determinación y cuadrados medios del error (CME) para los modelos no flexibles y flexibles evaluados en las variedades Blush, Vendela y Freedom, en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.	69
Cuadro 8. Datos obtenidos en campo durante la siembra de patrones de rosa silvestre.	110
Cuadro 9. Resumen de los principales daños que ocasionan pérdidas en el área de poscosecha, correspondiente a los meses de: julio, agosto, septiembre y octubre de 2019	113

**ANÁLISIS ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA CENICILLA EN ROSA (*Rosa* sp.)
OCASIONADO POR *Podosphaera pannosa*, EN TRES VARIEDADES, EN LA FINCA
MAYA KOTZ'IJ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía EPSA, fue realizado en el período de febrero a noviembre del año 2019, en la finca exportadora de rosas Maya Kotz'ij S.A. Ubicada en la aldea Loma Alta, San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A. El presente documento se divide en tres capítulos: diagnóstico, investigación y servicios.

La metodología empleada para la realización del diagnóstico se dividió en cinco fases que se describen detalladamente a continuación, siendo la primera la observación directa donde se realizaron varios recorridos por la finca y sus alrededores, seguidamente, se consultaron fuentes primarias y secundarias para recopilar información e identificar los problemas posibles durante la producción y comercialización de rosas.

Por medio del diagnóstico se logró conocer el proceso de siembra, cosecha y comercialización del cultivo de rosas, para posteriormente contribuir en la ejecución de los servicios e investigación.

La investigación se realizó con el objetivo de brindar el manejo agronómico en el momento indicado para disminuir las pérdidas en campo y pos cosecha por lo que se estudió el comportamiento de la cenicilla en rosa de manera espacial y temporal evaluando incidencia y severidad de la enfermedad en el periodo comprendido del 9/05/2019 al 10/09/2019 tomando lecturas a cada 15 días en tres variedades de rosas: Blush, Vendela y Freedom cultivadas en distintos invernaderos siendo: 1, 5 y 7 respectivamente.

Se determinó la distribución espacial de la enfermedad de cenicilla en rosa en el transcurso del estudio mediante los índices de Morisita y Lloyd, los cuales presentaron diferente patrón de dispersión, dichos índices fueron: agregado y uniforme en el invernadero uno, uniforme en el invernadero cinco y para el invernadero siete fue aleatorio al inicio, luego se formaron agregados, seguidamente se uniformizó, se aleatorizó y al final se formaron nuevamente agregados.

Las curvas del progreso de la enfermedad basadas en los índices de severidad determinaron que la variedad Vendela es susceptible, la variedad Blush medianamente susceptible y la variedad Freedom resistente a la cenicilla.

Los servicios realizados en la finca fueron: un manual de plagas y enfermedades en el cultivo de rosas (*Rosa* sp.) en condiciones de invernadero, en este manual se presentan los patógenos presentes en campo y pos cosecha, así como los síntomas, signos, condiciones predisponentes y mecanismos de manejo de la enfermedad. El segundo servicio fue la elaboración y siembra de patrones de rosa silvestre (*Rosa canina*), se sembraron 10,000 patrones de rosas en bolsas de polietileno para poder injertarlos posteriormente en los invernaderos. El tercer servicio fue llevar el control de desechos en pos cosecha por plagas, enfermedades, fisiología inadecuada, entre otros, por variedad de rosas para evaluar la resistencia de las variedades y que patógenos afectan en determinado período de tiempo.



1 CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO DE LA FINCA MAYA KOTZ'IJ, EL REJEGUERO, SECTOR 1, LOTE 120
LOS PINGÜINOS, ALDEA LOMA ALTA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA,
C.A.**

1.1 PRESENTACIÓN

Las rosas pertenecen a la familia *Rosaceae*, cuyo nombre científico es *Rosa* sp. Son unas de las flores más vendidas, utilizadas principalmente para la decoración debido a la atracción física que presentan por el color de los pétalos. Según el presidente del área de comercialización de Asoflorsa, la producción aumentó un 15%. Pasó de 1.3 millones de docenas en febrero del 2011 a 1.5 millones de docenas en el 2019, por lo que la economía de los habitantes de San Juan Sacatepéquez, Guatemala, se basa en su mayoría a la floricultura (Tuquer, 2012).

La finca Maya Kotz'ij es la única que se dedica a la exportación de rosas a nivel municipal, cosechan 24 variedades de rosas las cuales son exportadas a Estados Unidos, Costa Rica, Honduras y El Salvador por ello la calidad y cantidad son dos factores que se deben cumplir para poder exportar. Las rosas llevan a cabo un proceso de clasificación conocido como: Premium, tipo A y tipo B, siendo las primeras aptas para la exportación y las últimas dos vendidas en los mercados locales con un menor precio.

Las plagas y enfermedades son otro factor que afecta la calidad de la rosa, dependiendo del patógeno el daño puede ser presentado en las hojas, tallo o botón floral lo que repercute en pérdidas para la finca al ser reportados los tallos como desechos y utilizados para abono orgánico.

En el siguiente documento se presenta el diagnóstico general de la producción de rosa de corte en la finca Maya Kotz'ij, la cual se ubica en el municipio de San Juan Sacatepéquez, aldea Loma Alta. Se dan a conocer los elementos que componen el sistema de producción, cosecha y comercialización del cultivo de rosas.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Ubicación

La finca Maya Kotz'ij se ubica en el Rejeguero, sector 1, lote 120 Los Pingüinos, aldea Loma Alta, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Se encuentra a una altitud de 1,845 m s.n.m. Con una longitud $090^{\circ}38'39.01''$ y latitud $N14^{\circ}43'8''$ (Antipodas.net, 2020).

En la figura 1 se muestra la ubicación geográfica de la finca.

1.2.2 Clima

Es variado, en lugares altos es frío, la meseta central se conserva templada y la parte baja cálida (Comunicación Social, Municipalidad de San Juan Sacatepéquez, 2020).

1.2.3 Suelos

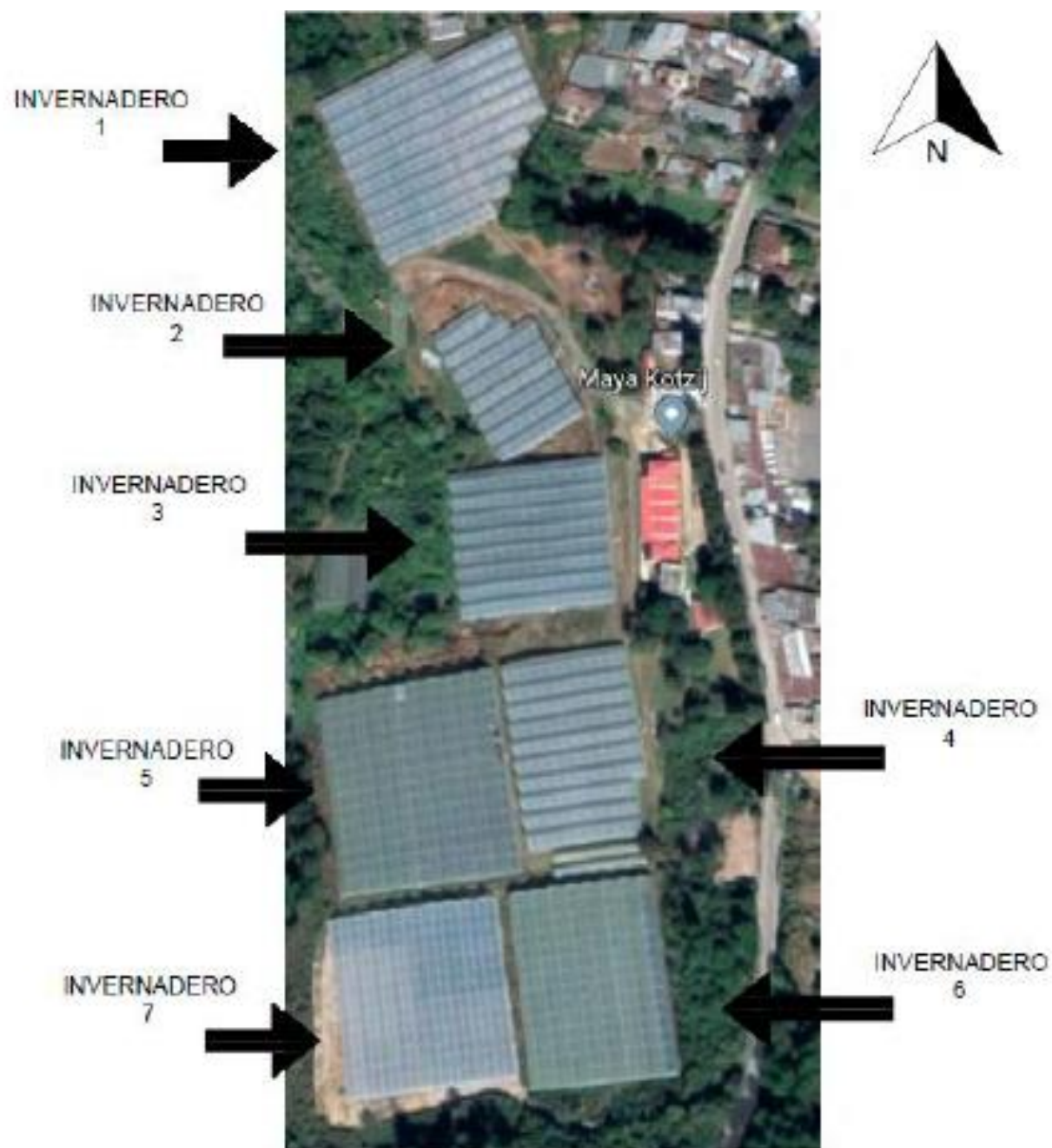
Según el sistema de clasificación de suelos FAO/UNESCO a San Juan Sacatepéquez le corresponde tierras altas volcánicas.

1.2.4 Temperatura de invernadero

La temperatura era tomada diariamente en cada invernadero por las mañanas con un termómetro, se mantenía en un rango de 25°C a 38°C , la ventilación se controlaba por medio de las cortinas del invernadero (Ajcip, 2019).

1.2.5 Características del invernadero

Invernadero de capilla simple a dos aguas, estructura totalmente de metal, cubierto de polietileno de baja densidad y ventilación por medio de cortinas. Invernadero 1 con un área de 231.40 m^2 , invernadero 5 con 247.60 m^2 el invernadero 7 con 257.50 m^2 (Ajcip, 2019).



Fuente: Google Earth, 2019.

Figura 1. Ubicación geográfica de la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

Analizar la situación del cultivo de rosas (*Rosa* sp.) en la finca Maya Kotz'ij, aldea Loma Alta, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

1.3.2 Específicos

1. Determinar los problemas que prevalecen en el manejo agronómico, tecnológico y comercial del cultivo de rosas.
2. Conocer las variedades de rosas cultivadas en la finca.
3. Detectar los principales problemas fitosanitarios durante el proceso de producción del cultivo de rosas.

1.4 METODOLOGÍA

Para la realización del diagnóstico en la finca Maya Kotz'ij, se llevó a cabo una serie de pasos que se describen a continuación.

1.4.1 Observación directa

Se realizaron varios recorridos en los 7 invernaderos de la finca Maya Kotz'ij la cual se dedica a la producción y comercialización de 24 variedades de rosas las cuales son: Freedom, Vendela, Rosita vendela, Blush, Impulse, Topaz, Dejavu, Engagement, High & Magic, Coffee Break, Star 2000, Joker, Bulevart, Lips tick, Tormenta, High Exotic, My Fresa, Darck Engagement, Eliza, High Candy, Santa Fe, Cherry Brandy, Cool Water y Divina. Estas son vendidas en una presentación tipo bonch de 24 unidades.

Se llevó a cabo la observación para detectar los problemas presentes en el lugar, identificando las condiciones actuales del manejo agronómico, tecnológico y comercialización del cultivo de rosas.

Durante los recorridos se enfocaron principalmente los siguientes puntos:

- Reconocimiento del área con el señor Rogelio Ajcip en las instalaciones de la finca para conocer el proceso de cosecha y pos cosecha del cultivo de rosas.
- Se identificaron las condiciones actuales de los invernaderos, área de empaque y almacenamiento de las rosas.
- Se recabo información de interés como lo son: área de los tablonés, densidad de siembra, renovación de plantas y manejo agronómico.

1.4.2 Consulta a fuentes primarias y secundarias

Se llevó a cabo el dialogo con las personas que trabajan las plantas de rosas en las distintas áreas de invernaderos, fumigación, fertilización, riego, pos cosecha y comercialización.

Se consultaron fuentes secundarias para llevar a cabo la elaboración del marco referencial de la finca Maya Kotz'ij, aldea Loma Alta, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. También se consultaron documentos de la finca para conocer un poco sobre la historia, visión, misión y objetivos.

1.4.3 Identificación y síntesis de los problemas

Mediante la observación directa, consulta de fuentes primarias y secundarias se recabó información, se procesó y analizo para llevar a cabo el ordenamiento y síntesis de los problemas presentes en la finca Maya Kotz'ij.

1.4.4 Variables e indicadores

Con la información recabada se conocieron los siguientes aspectos:

- Problemas internos y externos
- Variedades de mayor producción y demanda
- Manejo agronómico, tecnológico, transformación y comercialización de las rosas
- Plagas y enfermedades que atacan con mayor frecuencia en campo y pos cosecha

1.4.5 Recursos

Durante la etapa de diagnóstico en la finca Maya Kotz'ij, se utilizaron los siguientes recursos:

- Cámara fotográfica
- Entrevistas
- Documentos de la finca
- Computadora

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Área de propagación

A. Recolección y preparación de patrones para injertar

La finca cuenta con dos áreas de 10 m² de flores silvestres las cuales son usadas para la elaboración de patrones, teniendo un diámetro mínimo de 0.5 cm y un largo de 15 cm para obtener 4 yemas por patrón.

El tipo de injerto que se realiza es el de yemas las cuales son obtenidas de la finca 15 días antes de injertar, sometidas a una temperatura máxima de 7 °C para que entren a una fase de latencia.

B. Siembra de patrones en bolsas

El patrón se introduce en una solución de hormona enraizante durante 1 minuto aproximadamente sumergiéndolo como máximo 2 cm de longitud, posteriormente es sembrado en bolsas de polietileno con una mezcla de arena blanca y tierra negra en relación 2:1.

C. Riego

Es realizado con el sistema de riego por micro aspersión todos los días por la mañana, durante 15 minutos para evitar la deshidratación de la planta.

D. Control de plagas y enfermedades

Diariamente se realizaban monitoreos, al ser detectado algún problema se aplicaban productos químicos específicos para el control.

E. Siembra de patrones en campo definitivo

Se realiza cuando la planta ya ha adquirido el tamaño adecuado, se siembra a doble hilera a 15 cm de distancia entre planta.

1.5.2 Área vegetativa

A. Eliminación de yemas a los patrones

Para obtener solo un punto de crecimiento en el patrón, se deja brotar una yema, generalmente la última que se encuentra en la parte apical del patrón, el resto de yemas que brotan se eliminan teniendo siempre cuidado de no lastimar la yema seleccionada (tira sabia) ya que esta servirá de follaje a la nueva planta.

B. Recolección de yemas para injertar

Se seleccionan tallos específicamente de la variedad que se desea, estos deben ser sanos libres de cualquier patógeno por lo que son introducidos en una solución fungicida, seguidamente son colocados en prensa y cajas para ser guardados en cuarto frío con un máximo de 15 días.

C. Injertación

Se realiza aproximadamente a los 65 días de la siembra de los patrones, el tipo de injerto que se realiza es el de yema, consiste en realizar una herida en la corteza del patrón hacia abajo, dejando una lengüeta en la parte inferior para sostén de la yema a injertar.

Se coloca la yema de la variedad deseada en la herida del patrón tomando en cuenta la orientación vertical de la yema, luego se coloca una tira de plástico transparente de 0.5 cm de ancho por 6 cm de largo alrededor de la herida.

D. Eliminación del vendaje

Se realiza a los 15 o 20 días después de injertar, siempre y cuando la yema este activa o en una fase inicial de brotación, si este es el caso se debe quitar la tira plástica teniendo cuidado de no dañar el injerto.

E. Poda del patrón

Se realiza aproximadamente a los 60 días de realizado el injerto, cortando 1 cm arriba de donde está el brote de la yema usando una tijera desinfectada para evitar el contagio por algún patógeno.

F. Eliminación de botones

Se realiza a los 35 días aproximadamente de efectuado el injerto, consiste en la eliminación del botón con el pedúnculo, de preferencia en estado de arroz para evitar que la planta gaste energía.

También se eliminan los brotes que hayan emergido de las yemas para estimular el crecimiento de basales con el fin de dar formación a la planta.

G. Formación de la planta

Esta práctica se realiza con el fin de dar formación a la planta (altura) y consiste en realizar podas a los basales a cada 40 cm cuando el tallo este tierno. Se dividen en: primer piso del basal, segundo piso del basal y zona de producción.

H. Colocación de mayas

Las mayas se colocan en las rosas cuando el botón está en la etapa de arveja, al colocar la maya el ciclo de la rosa es de 15 – 17 días para el corte.

Las variedades Impulse y High Candy no llevan maya por el tipo de botón, según la experiencia de los trabajadores no es conveniente ponerles maya ya que el botón es pequeño y no abre tanto con maya. Las variedades Freedom y Vendela llevan maya de color negra y las demás variedades de color blanco. El fin de la maya es proteger el botón y proporcionar temperatura.

1.5.3 Área de producción

A. Corte de rosas

Para poder realizar esta práctica se debe de conocer el punto de corte de cada variedad, en la finca se cortan en el estadio floral conocido como punto lápiz.

Seguidamente se colocan 35 tallos de rosas de la misma variedad por caja de cartón con tapadera. El encargado de área debe de revisar las cajas para ver que todas las rosas se encuentren en buen estado y en el punto de corte.

Existen dos tipos de corte:

1). Corte subiendo: el tallo deberá tener una altura de 60 cm, con este tipo de corte la planta gana altura al quedarle un portador de por lo menos 20 cm con yemas.

2). Corte bajando: este se realiza cuando los tallos no logran desarrollarse correctamente por lo que es necesario cortarlo desde la base de donde emergió regularmente solo alcanzan 35 cm.

B. Transporte de rosas

Las rosas son transportadas en cajas de cartón, colocando 35 tallos por variedad en cada caja, son llevadas por dos personas en la espalda amarradas con un lazo y llevadas al área de pos cosecha.

La persona encargada de transportar las rosas, es la que lleva el control de los tallos por variedad e invernadero. Posteriormente los pasa al sistema para evaluar la productividad por variedad.

1.5.4 Área de pos cosecha

A. Hidratación de las rosas

En canecas son colocadas las cajas de manera vertical para que los tallos se puedan hidratar con una mezcla de agua (20 cm), cloro (2 copas de 25 cc) y ácido fosfórico (1 copa de 25 cc). Luego son pasadas a una mezcla de agua (un tonel) con melaza (2 galones) para limpiar el follaje y dar brillo.

B. Corte de follaje y clasificación de tallos

Para realizar el corte del follaje se tiene una herramienta de metal que raspa el tallo para quitar las últimas hojas y dejarles de 5 a 6 hojas cercanas al pedúnculo, luego se clasifican según la variedad y el largo de los tallos que puede ser de: 35 cm, 40 cm, 45 cm, 50 cm, 55 cm y 60 cm.

C. Saneamiento de enfermedades y plagas

Consiste en eliminar o limpiar hojas, tallos y pedúnculos según el daño causado, a continuación, se describe la actividad para cada daño:

- Cenicilla (*Podosphaera pannosa*): regularmente los daños se presentan en el pedúnculo, hojas y tallos. Si los daños no son tan avanzados se limpia con wiper y melaza, pero si es mucho el daño se desecha el tallo completo.

- Araña roja (*Tetranychus urticae*): se revisa todo el follaje de las plantas y las que presentan algún daño o acaro se eliminan.
- Trips (*Frankliniella occidentalis*): el daño ocurre principalmente en los pétalos, por lo que si solo son afectados unos se quitan, pero si es demasiado se procesa para venderlos como pétalos en costal.

D. Elaboración de boches y buques

Para la elaboración del bonch se necesitan 24 rosas las cuales pueden ser del mismo color o mixtas dependiendo del cliente, puede ser elaborado el bonch cuadrado o en caracol con un forro de papel corrugado. Los tamaños de tallos que se manejan para los bonch son de 40, 50 y 60 de esto también depende el precio que puede ir desde Q. 25.00 hasta Q. 50.00

1.5.5 Área de cuarto frio

La temperatura mínima que se maneja en el cuarto frio es de 4 °C y la máxima que se maneja es de 7 °C, las rosas son almacenadas en maletas, cajas y baños para evitar que se lastimen y se conserven en buen estado.

1.5.6 Área de bodega

Es un cuarto donde se tienen las herramientas, productos químicos, bolsas, entre otros materiales que se utilizan en la finca. Mes con mes se realiza un inventario para verificar lo que se tiene en existencia.

1.5.7 Área de fertirriego

Se tiene el equipo utilizado para este fin. El programa de fertirriego es elaborado según los análisis químicos de suelos realizados por invernadero. Los fertilizantes son conducidos a la planta por medio del agua de riego con el fin de alcanzar los máximos rendimientos.

1.5.8 Área de fumigación

Es un espacio donde se elaboran semanalmente los programas conforme a los problemas presentados en campo, para ver qué productos químicos aplicar y disminuir los problemas en cuanto a plagas y enfermedades.

1.5.9 Área de venta

Es el espacio donde los clientes hacen sus pedidos, pagan y reciben las rosas empacadas ya sea en cajas o maletas.

1.6 CONCLUSIONES

1. Los principales problemas que se tienen en la finca son consecuencia del manejo agronómico que se le da al cultivo de rosas. No existe control de malezas, los programas de fertilización y aspersión regularmente son los mismos lo que genera resistencia. Por ello, gran parte de tallos de rosas no puede ser comercializados ni exportados al no cumplir con el tamaño y calidad.
2. Existen 24 variedades de rosas cultivadas en la finca las cuales son: Freedom, Vendela, Rosita véndela, Blush, Impulse, Topaz, Dejavu, Engagement, High & Magic, Coffee Break, Star 2000, Joker, Bulevart, Lips tick, Tormenta, High Exotic, My Fresa, Darck Engagement, Eliza, High Candy, Santa Fe, Cherry Brandy, Cool Water y Divina, la mayor parte cultivada y exportada es la variedad Freedom correspondiente al color rojo.
3. En cuanto a enfermedades, los patógenos que causan mayor daño son: *Podosphaera pannosa*, *Rhizobium radiobacter*, *Phragmidium mucronatum*, *Coniothyrium fuckelii*, *Botrytis cinerea* y *Peronospora sparsa*. Y las principales plagas son: *Spodoptera frugiperda*, *Tetranychus urticae*, *Frankliniella occidentalis* y *Myzus persicae*. Por lo cual se tiene varias perdidas en la finca.

1.7 RECOMENDACIONES

1. Utilizar el equipo de protección adecuado y medidas de seguridad durante los procesos de aplicación de productos químicos para evitar daños a futuro de los aplicadores y medio ambiente. Además, desinfestar el equipo de trabajo utilizado en la finca, principalmente las tijeras utilizadas en el corte para evitar el contagio por inóculo.
2. Una de las mayores fortalezas de la finca es su recurso humano, el cual tiene mucha experiencia en el cultivo de rosa, ya que algunos están desde la fundación de la misma, por tal motivo es necesario seguir motivándolos y capacitándolos para realizar mejoras en los procesos productivos.
3. Realizar constantemente monitoreos en los invernaderos para evitar el incremento de plagas y enfermedades, aplicando productos preventivos, de este modo se tendrán mayor control y las perdidas serán menor en campo y pos cosecha.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Ajcip, R. (2019). Cultivo de rosas. (Loma Alta, San Juan Sacatepéquez, Guatemala: Finca Exportadora de Rosas Maya Kotz'ij, Encargado de campo). (Y. Martinez, Entrevistador) Guatemala.
2. Antipodas.net. (2020). Coordenadas de San Juan Scatepéquez (Guatemala). Obtenido de Antipodas.net: <https://www.antipodas.net/coordenadaspais/guatemala/san-juan-sacatepequez.php#coordenadas>
3. Google Earth, USA. (2019). Localización geográfica de la Finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Obtenido de Google Earth: <https://earth.google.com/web/search/finca+Maya+Kotzij/@14.71056109,-90.65542277,1892.24243501a,896.71174461d,35y,-0h,0t,0r/data=CnYaTBJGCIUweDg1ODk3NDVkdZDZiNDBiM2Q6MHhjMzMxNDhkMzU3NTU4MDIIGSlkQiffay1AIV54yg8BqlbAKgtNYXlhiEtdHppahgCIAEiJgokCRrEP7I3iTtAEfL>
4. Prensa Libre, Guatemala. (7 de febrero de 2012). Producción de rosas en Guatemala aumentó 15% a enero. Prensa Libre, Guatemala, febrero 7. Obtenido de <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/produccion-de-rosas-enguatemala-aumento-15-enero>
5. Tuquer, O. (2012). Produccion de rosas en Guatemala. *PrensaLibre*. Obtenido de <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/produccion-de-rosas-en-guatemala-aumento-15-enero>



1.9 ANEXOS

1.9.1 Situación actual de la finca Maya Kotz'ij



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 2A. Descripción: a. Invernaderos, b. Malezas alrededor de los invernaderos, c. Restos de podas, d. Cenicilla en planta pequeña, e. Daño en el pedúnculo por cenicilla, f. Bacterias en hojas, g. *Coniothyrium fuckelii*, h. Transporte de rosas en cajas, i. Bonch de rosas.



CAPÍTULO II

**ANÁLISIS ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA CENICILLA EN ROSA (*Rosa* sp.)
OCASIONADO POR *Podosphaera pannosa*, EN TRES VARIEDADES, EN LA FINCA
MAYA KOTZ'IJ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

2.1 PRESENTACIÓN

La floricultura es una de las mayores fuentes de empleo y divisas en el municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala. El municipio es abastecedor de flores a nivel nacional, principalmente del área metropolitana. El cultivo de rosa presenta mayor área de siembra y comercialización por su atracción física y variedad de colores, genera aproximadamente 15 mil empleos permanentes, 80 % mujeres, además, de los empleos en actividades conexas (Vicente Pérez, 2012).

El cultivo de rosas es susceptible a numerosos hongos como: *Podosphaera pannosa*, *Phragmidium mucronatum*, *Coniothyrium fuckelii*, *Botrytis cinerea*, *Peronospora sparsa* y *Capnodium* sp. Ello influye en su crecimiento, desarrollo, rendimiento y valor comercial, en cuanto a las pérdidas ocasionadas por los patógenos mencionados anteriormente, determinadas durante el proceso de selección y clasificación de la rosa en poscosecha corresponden a 27,588 tallos de rosas equivalentes a 1,150 bonches (24 unidades de rosas) para los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre del año 2019. Estas pérdidas se cuantifican en Q. 28,750.00 si se considera un precio de venta de Q. 50.00 por 24 unidades de rosas.

Una de las principales enfermedades que se presenta en el cultivo es la cenicilla, causada por *Podosphaera pannosa* (Wallr.) de Bary. Considerada dañina, afecta toda la planta, pero las hojas y brotes son los más afectados al presentar necrosis y deformación (Domínguez, García, Mora, Salgado, & Gonzalez, 2016).

El patógeno forma micelio blanco, apresorios (modificación de las hifas para la infección de una célula epidérmica del huésped) superficiales y haustorios (extremos de las hifas) que penetran a través de las células epidérmicas, es considerado un parásito obligado. Por lo anterior se tienen pérdidas económicas estimadas en 30 % en campo y poscosecha, debido a plagas y enfermedades. Al repercutir en la productividad, calidad y valor comercial de las rosas, limita la comercialización por no cumplir con las normas de exportación. Regularmente para controlar la enfermedad se utilizan fungicidas que pueden causar fitotoxicidad y resistencia del patógeno (Agrios, Fitopatología, 1999).

El objetivo de este estudio fue cuantificar la incidencia y severidad de cenicilla en el cultivo de rosa para las variedades: Blush, Vendela y Freedom bajo condiciones controladas de invernadero en la finca Maya Kotz'ij, aldea Loma Alta, San Juan Sacatepéquez, Guatemala, con las lecturas de la enfermedad realizadas en el 2019.

El análisis espacial de la enfermedad permitió conocer la disposición espacial de la intensidad de enfermedad por unidad poblacional en un agroecosistema, localización de focos, forma y

direccionalidad de la dispersión del agente causal. Por medio de los índices de Morisita y Lloyd se determinaron los patrones de disposición espacial los cuales variaron por el control químico empleado.

Mediante el análisis temporal según las curvas del progreso de la enfermedad basadas en los índices de severidad se observó que la variedad Vendela es susceptible, la variedad Blush medianamente susceptible y la variedad Freedom resistente a la cenicilla.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Marco conceptual

A. Origen del cultivo de rosas

Según (Domínguez Serrano D. , 2016) la familia Rosaceae cuenta con 100 géneros y 3,000 especies aproximadamente, confinada la mayoría en climas templados.

En 1815, Francia se puso a la vanguardia de este cultivo. Diez años después las rosas fueron traídas a América por hispanos y sajones. Hoy en día se cultivan principalmente en Estados Unidos de Norteamérica, México, Colombia, Ecuador, Costa Rica y Guatemala (Yong, 2004).

2.2.2 Clasificación taxonómica de la rosa

Según (García, y otros, 2017) la rosa tiene la siguiente clasificación:

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Rosales
Familia: Rosaceae
Género: *Rosa*
Especie: *Rosa* sp.

2.2.3 Morfología de la rosa

De acuerdo con lo reportado por (InfoAgro, España, 2019), a continuación, se presenta la descripción morfológica de la rosa:

Tallo: erecto semileñoso, con una textura rugosa y escamosa con estipulas bien desarrolladas. Hojas: pueden ser perennes o caducas, pecioladas, compuestas e imparipinadas, con 5 a 11 foliolos de margen cerrado. Flores: son hermafroditas, con simetría radial, perianto bien desarrollado y se disponen de forma solitaria o en inflorescencias en corimbo. Fruto: poliaquenio encerrado en un receptáculo carnoso conocido como cinorrodón.

2.2.4 Variedades de rosas

Las principales variedades de rosas cultivadas y comercializadas en San Juan Sacatepéquez, Guatemala son: Freedom: el color de sus pétalos es rojo brillante, con un botón floral que supera los 5 cm y un tallo que puede llegar a tener una longitud de 80 cm, es considerada una variedad resistente y productiva, debe ser cultivada en ambientes frescos con alta intensidad de luz. Blush: conocida también como labios de mujer, con pétalos blancos con orilla roja, el botón floral supera los 5 cm y un tallo con una longitud de 80 cm, es considerada una variedad productiva. Vendela: pétalos de color blanco, el tamaño del botón puede llegar hasta 7 cm y el tallo hasta de 100 cm, es considerada una variedad productiva y resistente (Luz of Roses, España, 2019).

2.2.5 Desarrollo del cultivo de rosas

Presenta varios estadios de desarrollo que van desde una yema auxiliar que brota hasta llegar a un tallo listo para cosechar (Wbeymar & Flórez, 2006).

El ciclo de un tallo floral es de 10 a 11 semanas promedio. Se estima que la mitad de este período es de crecimiento vegetativo y la otra mitad reproductivo. El período vegetativo comprende la inducción del brote y desarrollo del tallo floral. El período reproductivo inicia con la inducción del primordio floral, seguido de los estadios fenológicos llamados arroz (0.4 cm de diámetro), arveja (0.5 – 0.7 cm de diámetro), garbanzo (0.8 – 1.2 cm de diámetro), rayar color (muestra color) y corte (cosecha) la flor llega a un punto de apertura comercial mas no fisiológica (Wbeymar & Flórez, 2006). En la figura 18A se presenta el período reproductivo y los nombres denominados en la finca Maya Kotz'ij de los estadios fenológicos de las 3 variedades de rosas estudiadas.

En la figura 3 se muestra la fenología del botón floral de la variedad Blush.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 3. Fenología del botón floral en la variedad Freedom, finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

2.2.6 Requerimientos edafoclimáticos de las rosas

A. Temperatura

El intervalo óptimo es de 17 °C a 25 °C, con mínima de 15 °C durante la noche y máxima de 28 °C durante el día. Las bajas temperaturas retrasan el crecimiento del botón y las altas temperaturas producen botones más pequeños y de color pálido (InfoAgro, España, 2019).

B. Humedad relativa

De 70 % al 80 % se considera un porcentaje óptimo para el desarrollo y crecimiento correcto de cultivo de rosas (Fundación Produce, México, 2016).

C. Luz

La rosa es una planta de día largo por lo cual la iluminación está relacionada con la producción. En zonas con bajo nivel de iluminación las plantas presentan decoloración del botón, menor área foliar y más enfermedades fungosas (InfoAgro, España, 2019).

D. Sustrato

Debe tener una textura franca y profunda. Se recomienda la siguiente composición: abono orgánico 30 %, tierra negra 15 %, tierra de hoja 40 %, arcilla 10 % y arena 3 % (Esparza Claudio, 2003).

2.2.7 Manejo del cultivo

A. Riego

Deben ser frecuentes y de corta duración para evitar el encharcamiento. La escasez de agua produce brotes con menor vigor, desequilibrios nutricionales y problemas por excesos de sales. El exceso de agua provoca clorosis y caída de hojas por lo que se debe aplicar 25 L/m² (InfoAgro, España, 2019).

B. Fertilización

Los elementos que se necesitan para una buena producción de rosas son los siguientes: C, O, H, N, P, K, Mg, Ca, S, B, Mn, Cu, Zn, Mo (Esparza Claudio, 2003).

C. Poda

Se realiza para conseguir y controlar el desarrollo de la planta, se debe conocer las condiciones vegetativas de las plantas para lograr una mayor producción (Yong, 2004). Existen dos tipos de poda, la denominada poda en mesa que consiste en eliminar todos los brotes para que la producción de rosas sede al mismo tiempo. En la poda selectiva, son escogidos los mejores portadores de la planta de rosa para podar.

2.2.8 Cenicilla del rosal

Principal enfermedad del cultivo de rosas, daña las plantas de jardín como a las de invernadero. Afecta todos los años y ocasiona menor producción de flores, debilitamiento de las plantas, ataca las yemas, hojas jóvenes y ápices en procesos de crecimiento (Agrios, Fitopatología, 1999).

2.2.9 Agente etiológico

El anamorfo es *Oidium leucoconium* Desm., posee micelio primario blanco y micelio secundario denso formando colonias con apariencia lanosa de color blanco a grisáceo. Las hifas primarias son hialinas con pared delgada y lisa. Las hifas secundarias son ásperas, algunas veces ramificadas y con pared gruesa (Domínguez, García, Mora, Salgado, & Gonzalez, 2016).

El teleomorfo corresponde a *Podosphaera pannosa* (Wallr.) de Bary. En época lluviosa el hongo forma casmotecios inmersos en las manchas o capas miceliales, más o menos gregarios de 70 μm a 115 μm de diámetro y raramente más grandes, células peridiales irregularmente poligonal a redondeadas, de 8 μm a 25 μm de ancho (Domínguez, García, Mora, Salgado, & Gonzalez, 2016).

2.2.10 Clasificación taxonómica del agente causal de la cenicilla

De acuerdo a National Center for Biotechnology Information (Schoch, 2020) se presenta la siguiente información:

Reino: Fungi.

Dominio: Dikarya.

Filum: Ascomycota.

Subclase: Leotiomycetidae.

Orden: Erysiphales.

Familia: Erysiphaceae.

Género: *Podosphaera*.

Especie: *P. pannosa* (Wallr.) de Bary

2.2.11 Síntomas de la cenicilla

Las hojas y brotes jóvenes son los más afectados. En el haz de las hojas aparecen áreas ligeramente elevadas de color rojizo, luego aparecen manchas blancas con las estructuras del patógeno (micelio, conidióforo, conidios) (López, 2010). En el tejido vegetal viejo aparecen manchas grandes blancas con hifas del hongo, la deformación de estas hojas es poca causando una decoloración o necrosis del tejido (Agrios, Fitopatología, 1999).

2.2.12 Signos del patógeno

Podosphaera pannosa se caracteriza por producir micelio superficial hialino, conidióforos erectos conformando conidios catenescientes (Domínguez Serrano, García Velasco, Mora Herrera, & Salgado Siclan, 2016).

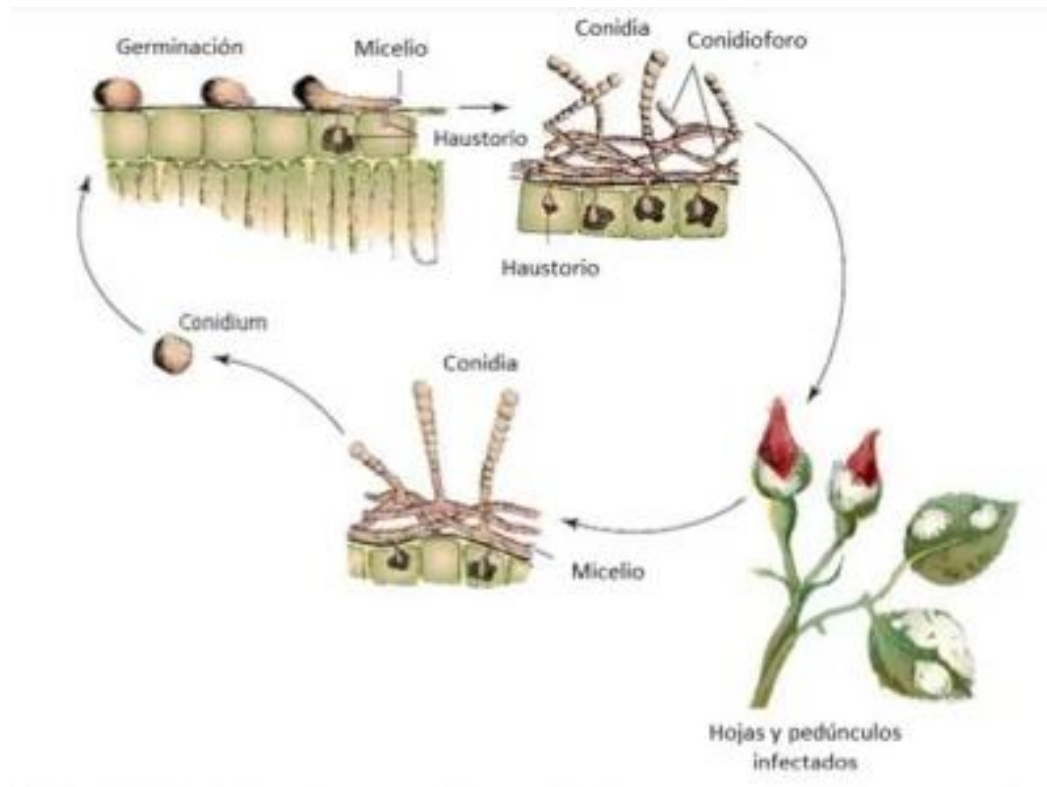
En tiempo frío el hongo deja de producir conidios y forma cleistotecios. En su estado inmaduro son redondos y blancos, adquieren color negro cuando llegan a la madurez. Los cleistotecios maduros presentan varios apéndices miceloides, son hifas indefinidas flácidas que salen de las células de estos cuerpos fructíferos. Las ascosporas continúan desarrollándose hasta llegar a la madurez y ser aptas para ser diseminadas. El asca individual de cada cleistotecio, se libera y descarga sus ocho ascosporas maduras, las cuales son diseminadas por el viento. Las ascosporas tienen el mismo tamaño que los conidios y su comportamiento es similar con respecto a la germinación, infección y formación de estructuras subsecuentes (Domínguez Serrano, García Velasco, Mora Herrera, & Salgado Siclan, 2016).

2.2.13 Ciclo de la enfermedad

En la figura 4 se presenta el ciclo de la cenicilla del rosal causada por *Podosphaera pannosa*, en los rosales cultivados en invernadero el patógeno sobrevive en forma de micelio y conidios (Agrios, 1999). Las ascosporas o conidios del hongo son diseminados por el viento hacia los tejidos de las plantas, si la temperatura y humedad relativa son altas las esporas germinan (Domínguez Serrano D. , 2016).

En el estado asexual, los conidios germinan a una temperatura de 20 °C con humedad relativa cerca del 100 %, 2 h a 4 h después de haberse depositado sobre el tejido del hospedero

(Agrios, 1999). En la fase sexual, el hongo es capaz de producir casmotecios con ascas elipsoidales a ovoides con 4-8 ascosporas, capaces de infectar el tejido del rosal e iniciar nuevos ciclos de la enfermedad (Domínguez Serrano D. , 2016).



Fuente: Agrios, 2005.

Figura 4. Ciclo de la cenicienta del rosal causada por *Podosphaera pannosa*.

2.2.14 Manejo de la cenicienta

Para el manejo integrado de la enfermedad existen varios métodos de control, los cuales se describen a continuación.

A. Control químico

Se usan fungicidas sistémicos y de contacto. En los sistémicos se encuentran los siguientes ingredientes activos: difenoconazol, acetato de dodemorf y metoxiacrilato. En los de contacto: propineb, folpet, mancozeb y dimethomorph. Este último tiene modo de acción preventiva y

curativa (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia (FAO), 2007).

De acuerdo con evaluaciones de la eficacia realizadas por (Quiroga B & Arbeláez T, 2004) sobre la eficacia de los fungicidas aplicados al suelo y al follaje para el control de mildew velloso, ocasionado por *Peronospora sparsa* en el cultivo comercial de rosa, los ingredientes activos aplicados durante la investigación fueron: dimetomorf, fosetil de aluminio y metalaxil en mezcla con mancozeb aplicados al suelo y follaje, los resultados mostraron bajo control de la enfermedad ningún tratamiento redujo de manera apreciable la enfermedad, la incidencia final promedio fue de 66 % mientras que al iniciar el ensayo era de 8 % y se le atribuye a que el patógeno ha creado resistencia. Además, el control hecho con las aplicaciones dirigidas al suelo fue menos eficaz que las aspersiones foliares.

Según (Sais Marroquín, 2014) en la “Evaluación del fungicida Sphinx supra WG en el control del mildew velloso (*Peronospora sparsa* Berkeley) en el cultivo de rosa (*Rosa* spp.) En Tenancingo, estado de México”, los tratamientos estuvieron conformados por 1 testigo absoluto, 3 dosis de dimethomorph más clorotalonil, 1 dosis de cimoxanil más mancozeb, por último, 1 dosis de propamocarb HCl más fenamidone. Los resultados muestran bajo control de la enfermedad, al iniciar las aplicaciones de los tratamientos se realizó una pre evaluación los datos indicaron que mildew velloso se encontraba presente con una severidad inicial del 4 % al 5 % distribuido de manera homogénea y al finalizar las aplicaciones el porcentaje de severidad incremento a un 46 % aproximadamente.

(Reyes & Vargas, 2020) realizaron un estudio denominado “Evaluación del efecto de las aplicaciones del producto Sikonfert Azufre en cultivo de rosa para el blanco biológico mildew polvoso (*S. pannosa*).” Según los resultados obtenidos este producto es eficaz para el control de la enfermedad, mostrando promedios de 10 % de incidencia al finalizar las evaluaciones lo que corresponde a un 90 % de eficacia.

B. Control biológico

Se utilizan varios hongos como: *Lecanicillium* spp., *Cladosporium oxysporum* y *Trichoderma* sp. (Aponte Guano, 2020) y (Valz de Campollo, 2014). *Trichoderma harzianum* es utilizado para el control de la cenicienta en el cultivo de rosa, reduce el 10 % de infección a una dosis de 1ml L⁻¹ no mata inmediatamente sino el control se da por competencia física y por el efecto del hiperparasitismo (Sais Marroquín, 2014).

C. Control cultural

Se deben eliminar las malezas y partes dañadas de las plantas para evitar el contagio por el viento, agua y manual, además de desinfectar el equipo de trabajo (InfoAgro, España, 2019).

2.2.15 Resistencia a la cenicilla

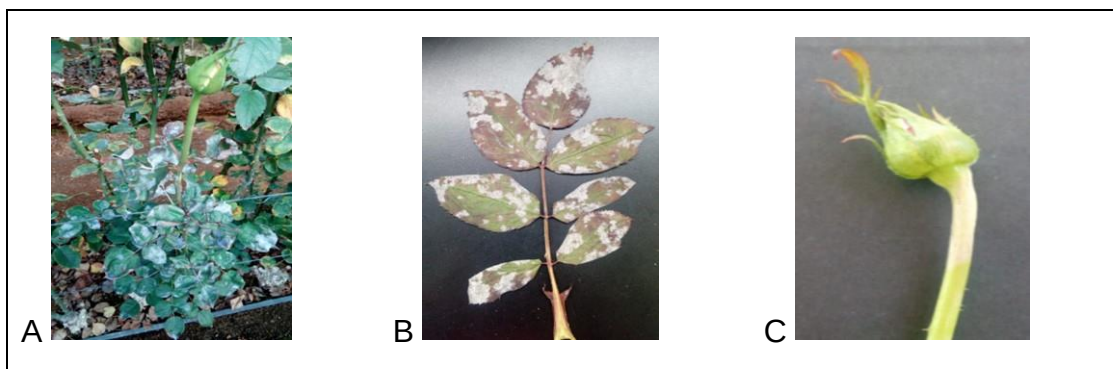
Las nuevas variedades de rosas son resistentes en algunas áreas geográficas, pero susceptibles en otras. Incluso en una misma localidad, son resistentes algunos años y susceptibles en otros. Esta variabilidad en la resistencia de las rosas se debe a la presencia de diferentes razas del patógeno en diferentes áreas geográficas o durante diferentes estaciones de crecimiento. La mayoría de las variedades de rosa son bastante susceptibles a la cenicilla y requieren mayor protección con fungicidas (Agrios, Fitopatología, 1999).

Las variedades de rosa: Vendela, Freedom, Endegagement, Topaz y Cool Water se consideran resistentes al hongo que ocasiona cenicilla (Ajcip, 2019).

2.2.16 Daños ocasionados por la cenicilla

El hongo produce reducción del desarrollo foliar, disminución de la fotosíntesis, menor número de flores y debilitamiento de la planta. El hongo afecta a todos los tejidos principalmente aéreos y en crecimiento. Las hojas son afectadas en el haz como en el envés, donde ocurre infección del hongo se da una coloración rojiza (López, 2010).

En la figura 5 se presentan los daños ocasionados por la cenicilla en el cultivo de rosas.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 5. Daños por la cenicilla. A) Planta joven, B) Haz de una hoja, C) Pedúnculo del botón floral.

2.2.17 Concepto de epidemia

Se considera una epidemia cuando ocurre un cambio en la estructura y función de una población de plantas, provocada por la población de un patógeno. Estos cambios solo se pueden observar cuando se estudia la población a través del tiempo o espacio (Mora Aguilera, Bases de estudios epidemiológicos para el manejo de patosistemas agrícolas , 2008).

Los principales factores que intervienen en el desarrollo de una epidemia son: hospedante susceptible, patógeno virulento, condiciones ambientales favorables, período prolongado en tiempo y espacio e intervención de entes bióticos, entre otros (Mora Aguilera, Bases de estudios epidemiológicos para el manejo de patosistemas agrícolas , 2008).

2.2.18 Cuantificación de una epidemia

Antes de cuantificar una epidemia es necesario definir este concepto. Epidemia se define como cualquier cambio en la estructura y función de una población de plantas inducida por la población de un patógeno, los cuales interactúan en una comunidad y están influenciadas por el ambiente. La cuantificación de una enfermedad en plantas se realiza a partir de la determinación de incidencia y severidad (Mora Aguilera, Bases de estudios epidemiológicos para el manejo de patosistemas agrícolas , 2008).

A. Incidencia

Se define como el porcentaje o proporción de plantas u órganos enfermos en una muestra o población, independientemente del grado de severidad. En otras palabras, se evalúa en cada individuo la presencia o ausencia de enfermedad. En la práctica, la incidencia se determina por medio del conteo de las unidades enfermas versus las sanas en una población determinada (Mora Aguilera, Bases de estudios epidemiológicos para el manejo de patosistemas agrícolas , 2008).

Tiene las ventajas de: mayor exactitud, precisión y reproducción (menor error de medición), eficiencia (fácil y rápido) y económica en su obtención. Como desventajas se indican: no es adecuado para cualquier análisis (estimación de pérdidas, análisis de tipo correlativo) y puede no ser adecuada para enfermedades no sistémicas (Mora Aguilera, Bases de estudios epidemiológicos para el manejo de patosistemas agrícolas , 2008).

B. Severidad

Se define como el porcentaje del órgano enfermo o afectado por la enfermedad y varía entre 0 a 100. Tiene las ventajas de: refleja con mayor precisión la relación con el daño que provoca al cultivo y es apropiada para enfermedades no sistémicas (cenicillas u oídios, manchas foliares). Como desventajas se indican: mayor error de medición (menor exactitud y precisión) y menor eficiencia (Mora Aguilera, Bases de estudios epidemiológicos para el manejo de patosistemas agrícolas , 2008).

2.2.19 Sistemas visuales de medición de severidad

A. Escala de severidad

Comprende una serie de clases, con intervalos hasta un máximo de severidad posible para una determinada enfermedad, como se presenta en la figura 6. Una escala debe presentar las clases necesarias para proporcionar la solución a diferentes grados de severidad (Mora Aguilera, Bases de estudios epidemiológicos para el manejo de patosistemas agrícolas , 2008).

B. Diagramas de severidad

Es una representación pictórica de los grados de severidad, como se presenta en la figura 6. Estos pueden ser establecidos de diferentes formas para dar lugar a diagramas de severidad arbitraria o escalas arbitrarias. Los grados de severidad corresponden a intervalos o clases de una escala de severidad, por lo que en la práctica la mayoría de diagramas de severidad van acompañados de escalas, transformándose en escalas diagramáticas arbitrarias, aritméticas o logarítmicas (Mora Aguilera, Bases de estudios epidemiológicos para el manejo de patosistemas agrícolas , 2008).



Fuente: Lavilla & Ivancovich, 2015.

Figura 6. Escala y diagrama de severidad de *Cercospora kikuchii* en el peciolo.

2.2.20 Transformación de valores de severidad

A. Fórmula de Townsend y Heuberguer

Usada para medir el grado de infección con los datos de severidad obtenidos. La fórmula es:

$$\%S = \left[\left(\sum NV \right) / (KN) \right] \times 100$$

Siendo:

%S= porcentaje de severidad, n= número de plantas por categoría o clase, v= valor numérico de cada categoría, N= número total de plantas evaluadas y K= categoría mayor (Brogle, 2004).

2.2.21 Análisis temporal de una epidemia

Cuando se estudia el progreso de una enfermedad en el tiempo se habla de un estudio temporal, incluye análisis gráfico para poder explorar la curva epidemiológica y la aplicación de modelos epidemiológicos. Se elabora por medio de la estimación de valores de intensidad de enfermedad por unidad de tiempo. La representación de la enfermedad se hace a través de gráficas o curvas de intensidad de enfermedad versus el tiempo. Las variables empleadas para este análisis son: producción, severidad, incidencia, número de unidades enfermas o con daño (Mora Aguilera, Bases de estudios epidemiológicos para el manejo de patosistemas agrícolas , 2008).

2.2.22 Análisis espacial de una epidemia

En esencia el análisis espacial de una epidemia permite conocer atributos de contagio como localización de focos, forma y direccionalidad de la dispersión del agente causal. Las epidemias pueden caracterizarse en su comportamiento espacial utilizando índices de agregación, intensidad de agregación, tamaño, localización, forma de los agregados, velocidad de expansión de los focos de infección, índices de dispersión, entre otras. La representación de estos estudios es mediante mapas bidimensionales o tridimensionales. Para la generación de mapas se utiliza el software SURFER® y existen varias versiones (Mora Aguilera, Bases de estudios epidemiológicos para el manejo de patosistemas agrícolas , 2008).

Un análisis espacial se hace por medio de la disposición espacial de valores de intensidad de enfermedad por unidad de población. Las variables empleadas para dicho análisis incluyen severidad, incidencia, número de unidades enfermas o sanas (Mora Aguilera, Bases de estudios epidemiológicos para el manejo de patosistemas agrícolas , 2008).

2.2.23 Índices de dispersión utilizados para análisis espacial de enfermedades

Los índices de dispersión o agregación, muestran una medida del grado de agregación espacial una población. Estos índices son simples de calcular y analizar, la mayoría de veces son computarizadas para obtener datos aleatorios localizados en cuadrantes simples o complejos. Los índices más utilizados son:

A. Índice de Lloyd

Según (Duque Echeverri, 1996) surge al notar que m^* , o media de agregación depende de la densidad de la población: un individuo en una región densamente poblada, recibe más presión para modificar su patrón de disposición que en una población dispersa, por lo tanto se hace $L = m^* / M$ necesario corregir este hecho. Lloyd propone calcular el índice:

$$VAR(L) = \left(\frac{S}{M} \right)^2 \left(\frac{2m^*}{M} \right)$$

B. Índice de agregación de Morisita

Se deriva del índice de Simpson. Como condición especial debe cumplir con el tamaño de la unidad de muestreo para abarcar una colonia completa. $I = \frac{N \sum n_i(n_i-1)}{n(n-1)}$ El índice se define así:

“N” es el número de muestras que se van a tomar, “ n_i ” es el número de individuos en cada muestra y “n” el número total de individuos en las N muestras (Duque Echeverri, 1996).

2.2.24 Modelación de epidemias

La intensidad de la enfermedad (incidencia y severidad) se monitorea a través del tiempo, los resultados pueden analizarse con modelos de regresión logística y observar el comportamiento por medio de las gráficas, en un área bajo la curva del progreso de la enfermedad a través del tiempo, la cual comúnmente adopta forma de “S” aunque puede variar dependiendo de la epidemia (Bautista, Soto, & Pérez, 2009).

Los modelos epidemiológicos más utilizados son: Exponencial, Gompertz, Logístico o Monomolecular y se determina el modelo de más ajuste. No obstante, se recurre a diferentes técnicas estadísticas, desde las más simples como graficar los residuales con respecto a una línea cero; mediante el uso del coeficiente de determinación de la regresión (R^2) o los

cuadrados medios del error de la misma (Bautista, Soto, & Pérez, 2009). El modelo seleccionado será el que presente el mayor R^2 (López H. A., 2000).

2.2.25 Modelos flexibles y no flexibles

Una categoría de modelos no lineales la constituyen los flexibles (Weibull y Richards). Estos, a diferencia de los modelos no flexibles (Logístico, Gompertz, Monomolecular y Exponencial) tienen la ventaja de que se pueden ajustar, a diferencia de los modelos no flexibles que se ajustan a curvas sin previa linearización, es decir la representación matemática que describen o representan la función de cambio de intensidad de enfermedad acumulados con respecto al tiempo. Un aspecto insalvable común a ambas formas de modelos (lineal y no lineal) es que solo pueden ajustar aceptablemente epidemias que cumplan con el requisito forma. Las formas simétricas y asimétricas sigmoidales para el Logístico y Gompertz, respectivamente, y la forma de “c” y exponencial para los modelos Monomolecular y Exponencial (Mora Aguilera, Práctica no. 2 área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE). (Curso de Epidemiología, 2012).

En el cuadro 1 se presentan los modelos flexibles y no flexibles más utilizados en epidemiología.

Cuadro 1. Modelos flexibles y no flexibles utilizados en epidemiología.

Modelos flexibles	Ecuación que describe el modelo
Weibull	$y=1-e^{\left[-\left(\frac{t}{b}\right)^c\right]}$
Richards	$Y=1/\left(1+\text{EXP}\left(B-\left(K_R * t\right)^{1/D}\right)\right)$
Modelos no flexibles	
Logístico	$y=1/\{1+\exp[-a+kt]\}$
Gompertz	$y=\exp\{-a \exp(-kt)\}$
Monomolecular	$dx/dt=r_M(1-X)$
Exponencial	$y=y_0 e^{r_E t}$

Fuente: Mora Aguilera, 2012.

2.2.26 Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE)

Es útil para describir epidemias de forma irregular o para estimar la intensidad de epidemia en ciertas etapas epidemiológicas, por ejemplo, en procesos de intensidad de enfermedad

durante un periodo fenológico. Las curvas irregulares son comunes cuando se aplican métodos de control o manejo, en estos casos es de esperarse que las curvas exhiban decrementos en respuesta a acciones efectivas contra procesos de infección (Mora Aguilera, Práctica no. 2 área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE). (Curso de Epidemiología), 2012).

El área bajo la curva se puede estimar con el método trapezoidal, a través de la siguiente fórmula: $ABCPE = \sum_{i=1}^{n-1} [(y_{i+1} + y_i) / 2] [T_{i+1} - T_i]$ donde: y_i es la intensidad de la enfermedad, T es el tiempo.

2.2.27 Análisis del área bajo la curva del progreso de la enfermedad

Según (Bautista, Soto, & Pérez, 2009) la relación del progreso de la curva de la enfermedad no está dada por el área foliar a un tiempo, sino más bien por la integración del área foliar sobre el tiempo el cual se denomina duración del área foliar.

Según (Bautista, Soto, & Pérez, 2009) el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) es la técnica de análisis más recomendada y se considera de mayor efectividad, respecto al análisis comparativo de tasas (v_i) por las siguientes razones: No necesita ningún tipo de ajuste a modelos predeterminados y por ende no requiere de transformaciones de valores. Es posible detectar efectos de los mismos que podrían no detectarse por el análisis de tasas relativas de incremento de la enfermedad. Los resultados son más confiables e incrementa la confiabilidad.

Por las razones anteriormente expuestas el ABCPE, es el método más usado como herramienta estadística en el análisis de epidemiología.

2.3 Marco referencial

2.3.1 Ubicación

La finca Maya Kotz'ij se ubica en El Rejagüero, sector 1, lote 120 Los Pingüinos, aldea Loma Alta, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Se encuentra a una altitud de 1,845 m s.n.m. Con una longitud O90°38'39.01" y latitud N14°43'8" (Antipodas.net, 2020).

En la figura 7 se presenta la ubicación geográfica de los 7 invernaderos donde se cultivan las rosas.

2.3.2 Clima

Es variado, en lugares altos es frío, la meseta central se conserva templada y la parte baja cálida (Comunicación Social, Municipalidad de San Juan Sacatepéquez, 2020).

2.3.3 Suelos

Según el sistema de clasificación de suelos FAO/UNESCO a San Juan Sacatepéquez le corresponde tierras altas volcánicas.

2.3.4 Temperatura de invernadero

La temperatura era tomada diariamente en cada invernadero por las mañanas con un termómetro, se mantenía en un rango de 25 °C a 38 °C, la ventilación se controlaba por medio de las cortinas del invernadero (Ajcip, 2019).

2.3.5 Características del invernadero

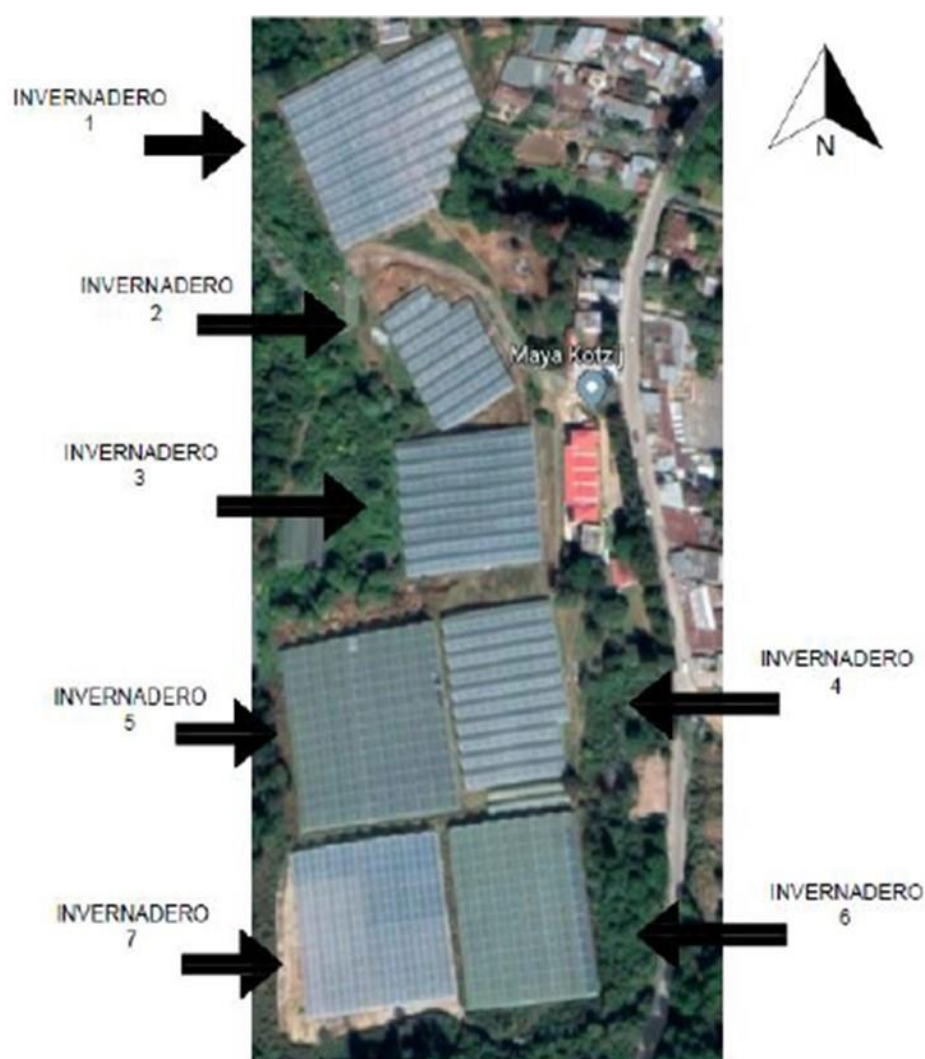
Invernadero de capilla simple a dos aguas, estructura totalmente de metal, cubierto de polietileno de baja densidad y ventilación por medio de cortinas. Invernadero 1 con un área de 231.40 m², invernadero 5 con 247.60 m² el invernadero 7 con 257.50 m² (Ajcip, 2019).

2.3.6 Estudios referentes al tema

(Domínguez Serrano D, 2016) en la investigación titulada "Respuestas de defensas estimuladas por inductores químicos a *Podosphaera pannosa* (Wall.) Lev. En el cultivo de Rosa" planteó el uso de silicio, fosfito de potasio y quitosano los cuales disminuyen

significativamente la severidad de la enfermedad hasta un 49.30 %, 64.80 % y 67.40 % respectivamente, en relación al testigo.

(Reyes & Vargas, 2020) en la investigación titulada “Evaluación del efecto de las aplicaciones del producto Sikonfert Azufre en el cultivo de Rosa para el blanco biológico mildew polvoso (*S. pannosa*)”. Aplicaron varias dosis del producto en diferentes tiempos y demostraron que es un producto altamente eficaz para el control de la enfermedad mostrando promedios de 10 % de incidencia al finalizar las evaluaciones lo que corresponde a un 90 % de eficacia.



Fuente: Google Earth, 2019.

Figura 7. Ubicación geográfica de la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 Objetivo general

Realizar el análisis espacial y temporal de la cenicilla de la rosa, ocasionada por *Podosphaera pannosa*, en tres variedades, bajo condiciones de invernadero en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

2.4.2 Objetivos específicos

1. Modelar el progreso espacial de la cenicilla ocasionada por *Podosphaera pannosa*, en las variedades Blush, Vendela y Freedom en condiciones de invernadero.
2. Modelar el progreso temporal de la cenicilla ocasionada por *Podosphaera pannosa*, en las variedades Blush, Vendela y Freedom en condiciones de invernadero.

2.5 HIPÓTESIS

La cenicilla en rosa (*Rosa* sp.) causada por *Podosphaera pannosa*, en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala, presenta diferente patrón de disposición espacial de la enfermedad e intensidad de la enfermedad en función del tiempo por el manejo agronómico que se le da al cultivo y resistencia genética de cada variedad.

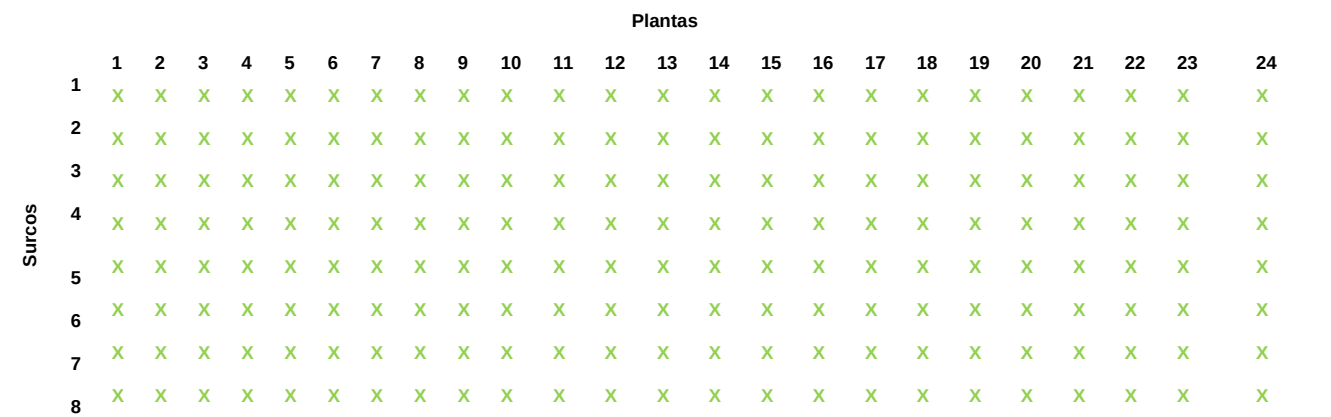
2.6 METODOLOGÍA

Para una mejor interpretación de resultados la metodología se dividió en dos partes: metodología experimental (estudio de análisis espacial y estudio de análisis temporal) y manejo del experimento (programa fitosanitario, programa de manejo y programa de fertirriego).

2.6.1 Metodología experimental

A. Distribución espacial de la enfermedad

Para realizar el análisis espacial de la cenilla, se establecieron tres parcelas de rosas de las variedades Blush, Vendela y Freedom, ambas cultivadas en diferente invernadero, identificados con los números 1, 5 y 7, respectivamente. En cada parcela de muestreo se marcaron 8 surcos de plantas de rosas, distanciados a 1 m y cada planta sembrada a 15 cm de distancia. El área total de la parcela de estudio fue de 41.40 m² por cada variedad de rosa. En la figura 8 se muestra un croquis de la parcela de muestreo.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 8. Croquis del arreglo espacial de las parcelas de muestreo para la cuantificación de cenicilla en rosa ocasionada por *Podosphaera pannosa*.

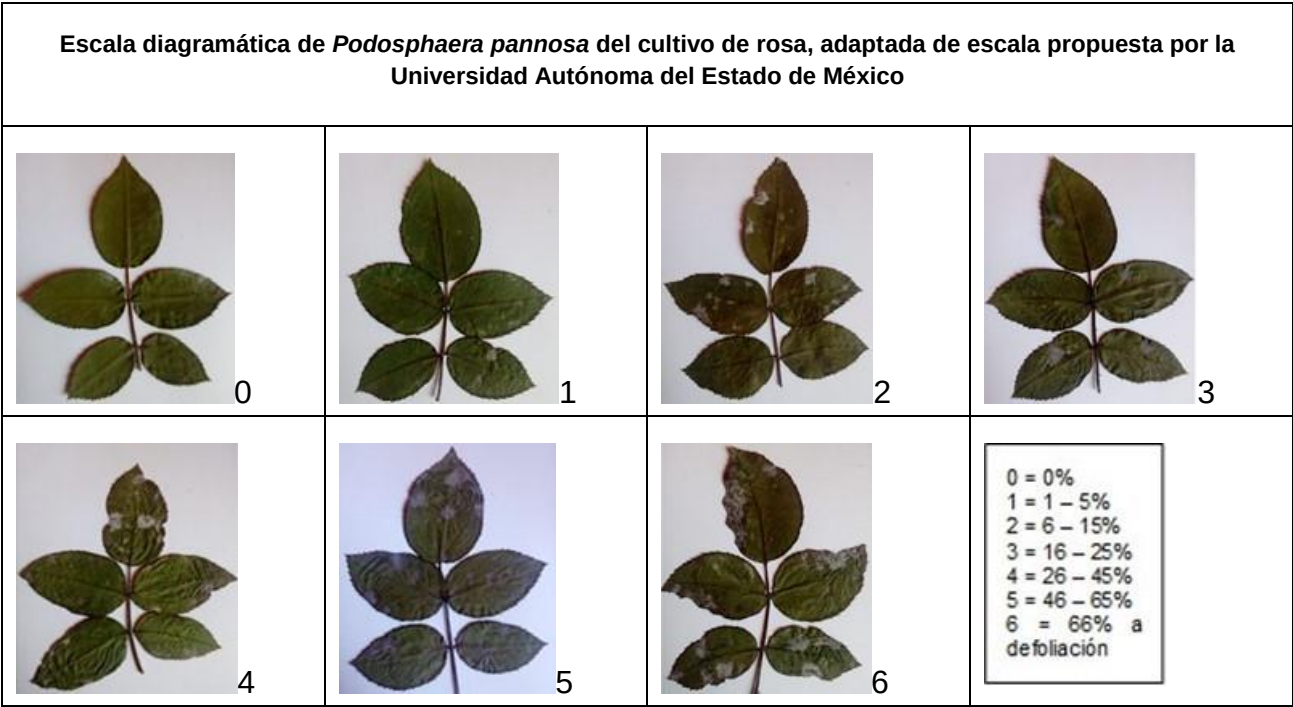
Para la determinación de incidencia de la cenicilla en las rosas, se determinó la ausencia o presencia de dicha enfermedad, en cada planta de manera secuencial. Se realizaron 9 lecturas de incidencia y severidad de la enfermedad en las hojas jóvenes de las plantas de rosa en la parte superior. Para la medición de severidad se empleó la escala diagramática de la cenicilla de la rosa, propuesta por la Universidad Autónoma del Estado de México con 6 clases (Figura

9), la cual fue adaptada para una nueva escala utilizada para las lecturas realizadas (Figura 10). Las lecturas fueron tomadas a cada 15 días, durante el periodo comprendido del 9/05/2019 al 10/09/2019.



Fuente: Chavarro, 2013.

Figura 9. Escala diagramática logarítmica de *Peronospora sparsa* en rosa, del Centro Universitario UAEM Tenancingo, México.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 10. Escala diagramática de *Podosphaera pannosa* del cultivo de rosa, adaptada de la escala propuesta por el Centro Universitario UAEM Tenancingo, México.

B. Análisis de la información

Se elaboraron matrices de ocho por ocho para el cálculo de los índices de Lloyd y Morisita para incidencia con la ayuda de la hoja electrónica de Excel MorLloyd ver 1.0 Mora, G. & Rivas P (2005). El criterio de decisión para los índices de dispersión fue: valor de índice > 1 agregado, valor de índice = 1 aleatorio y valor de índice < 1 uniforme (Duque Echeverri, 1996). Seguidamente se elaboraron mapas dimensionales de la enfermedad en términos de severidad con el programa SURFER® 9.

2.6.2 Estudio de análisis temporal

Para la determinación del análisis temporal de la cenilla, se establecieron tres parcelas de rosas de las variedades Blush, Vendela y Freedom, ambas cultivadas en diferente invernadero, identificados con los números 1, 5 y 7, respectivamente. En cada parcela de muestreo se marcaron 8 surcos de plantas de rosas, distanciados a 1 m y cada planta sembrada a 15 cm de distancia. El área total de la parcela de estudio fue de 41.40 m² por cada variedad de rosa. En la figura 8 se muestra un croquis de la parcela de muestreo.

Para la determinación de incidencia de la cenicilla en las rosas, se determinó la ausencia o presencia de dicha enfermedad, en cada planta de manera secuencial. Se realizaron 9 lecturas de incidencia y severidad de la enfermedad en las hojas jóvenes de las plantas de rosa en la parte superior. Para la medición de severidad se basó en una adaptación de la escala diagramática de la cenicilla de la rosa, propuesta por la Universidad Autónoma del Estado de México con 6 clases (Figura 9), la cual fue adaptada para una nueva escala utilizada para las lecturas realizadas (Figura 10). Las lecturas fueron tomadas a cada 15 días, durante el periodo comprendido del 9/05/2019 al 10/09/2019.

A. Análisis de la información

Se graficaron las variables (incidencia o severidad en el eje de las ordenadas y tiempo en el eje de las abscisas). Se comparó el área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para cada variedad de rosas, con el método geométrico trapezoidal, con la ayuda de la hoja electrónica de Excel (Mora, G. & Acevedo, G, 2009). Con los valores de enfermedad inicial y enfermedad final, se calculó el valor de la tasa de incremento de la enfermedad (r) en un periodo de tiempo. Con la ayuda del software SAS (Statistical Analysis Sistem) se calcularon los coeficientes de los modelos: Exponencial, Monomolecular, Logístico, Weibull y Richards para cada variedad de rosas.

2.6.3 Manejo del experimento

A. Programa fitosanitario para el control de cenicilla en el cultivo de rosa

Para la realización de este programa en la finca Maya Kotz'ij, se llevó un registro en los invernaderos 1, 5 y 7 de la fecha de aplicación, ingrediente activo y dosis del producto químico asperjado para el control de la cenicilla. Los resultados obtenidos por invernadero se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Programa fitosanitario para el control de cenicilla en el cultivo de rosas en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

	Invernadero 1 (Blush)	Invernadero 5 (Vendela)	Invernadero 7 (Freedom)
Fecha	10/05/2019	11/05/2019	11/05/2019
Ingrediente activo	dimethomorph en mezcla mancozeb (2.50 kg/ha)	dimethomorph en mezcla mancozeb (2.50 kg/ha)	dimethomorph en mezcla mancozeb (2.50 kg/ha)

Continuación cuadro 2.

Fecha	22/05/2019	23/05/2019	23/05/2019
Ingrediente activo	peróxido de hidrógeno (1 l/ha)	peróxido de hidrógeno (1 l/ha)	peróxido de hidrógeno (1 l/ha)
Fecha	10/06/2019 – 14/06/2019	11/06/2019 - 14/06/2019	11/06/2019 – 15/06/2019
Ingrediente activo	propineb (1.38 kg/ha) y folpet (2.66 kg/ha)	propineb (1.38 kg/ha) y folpet (2.66 kg/ha)	propineb (1.38 kg/ha) y folpet (2.66 kg/ha)
Fecha	26/06/2019	25/06/2019	28/06/2019
Ingrediente activo	folpet (2.66 kg/ha)	folpet (2.66 kg/ha)	folpet (2.66 kg/ha)
Fecha	12/07/2019	12/07/2019	12/07/2019
Ingrediente activo	folpet (2.66 kg/ha)	folpet (2.66 kg/ha)	folpet (2.66 kg/ha)
Fecha	25/07/2019	22/07/2019 - 26/07/2019	25/07/2019
Ingrediente activo	Azufre (2.66 l/ha)	Azufre (2.66 l/ha)	No se aplicó nada
Fecha	7/08/2019	7/08/2019	10/08/2019
Ingrediente activo	Azufre (2.66 l/ha)	folpet (2.66 kg/ha)	Sin aplicación
Fecha	23/08/2019	22/08/2019	22/08/2019
Ingrediente activo	folpet (2.66 kg/ha)	Azufre (2.66 l/ha)	Azufre (2.66 l/ha)
Fecha	10/09/2019	11/09/2019	12/09/2019
Ingrediente activo	Azufre (2.66 l/ha)	Azufre (2.66 l/ha)	propineb (1.38 kg/ha)

Fuente: elaboración propia, 2019.

Para el control de la cenicilla ocasionada por *Podosphaera pannosa* en el cultivo de rosas, en la fecha comprendida del 10 al 11 de mayo se asperjo el cultivo con fungicidas sistémicos dimethomorph en mezcla con mancozeb a una dosis de 2.50 kg/ha, en los tres invernaderos. Del 22 al 23 de mayo se aplicó peróxido de hidrógeno con modo de acción sistémico a una dosis de 1 l/ha en los tres invernaderos.

En el invernadero uno el 10 de junio se asperjo con propineb a una dosis de 1.38 kg/ha cuatro días después al evaluar posiblemente la resistencia del fungicida, se vuelven a hacer aplicaciones con folpet a una dosis de 2.66 kg/ha, ambos fungicidas con modo de acción de contacto. El 11 de junio en el invernadero cinco se asperjó el cultivo con propineb a una dosis de 1.38 kg/ha tres días después al observar poco efecto del fungicida se realizaron nuevamente aplicaciones de folpet a una dosis de 2.66 kg/ha. En el invernadero siete el 11 de junio se asperjo el cultivo con propineb a una dosis de 1.38 kg/ha a los cuatro días después al observar la poca eficacia se aplicó nuevamente folpet a una dosis de 2.66 kg/ha.

Seguidamente, del 25 de junio al 12 de julio se asperjó el cultivo de rosas con folpet en la dosis mencionada anteriormente en los tres invernaderos. El 25 de julio en el invernadero uno se aplicó azufre a una dosis de 2.66 l/ha con modo de acción sistémico y de contacto. En el invernadero cinco el 22 y 26 de julio se asperjo el cultivo con azufre con la dosis mencionada anteriormente. El 7 de agosto en el invernadero uno se siguió aplicando azufre mientas que en el invernadero cinco se vuelve a asperjar con folpet.

El 23 de agosto en el invernadero uno se realizan nuevamente aplicaciones con un fungicida de contacto, folpet con la misma dosis. El 22 de agosto en el invernadero cinco y siete se realizan aplicaciones de azufre nuevamente con la misma dosis. En los invernaderos uno y cinco se asperjan con azufre, en las fechas comprendidas del 10 al 11 de septiembre. Por otra parte, en el invernadero siete se aplicaron nuevamente propineb.

B. Programa de manejo del cultivo de rosa

Para la elaboración de este programa se registraron las labores de: riego profundo, corte de rosas, colocación de mayas, podas, tutorio, reparación de tablonos, aplicación de materia orgánica, aplicación de fertilizantes y manejo de la cenicilla en el cultivo de rosas.

La descripción de cada actividad se presenta detalladamente en el cuadro 3.

Cuadro 3. Programa de manejo del cultivo de rosa en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

NO.	Actividad	Descripción
1	Riego profundo	Riego con manguera a presión en los tablonos, cada día durante la mañana o tarde
2	Corte de rosas con tallos: (40 cm, 50 cm y 60 cm)	Cosecha de botones florales cerrados
3	Colocación de malla en botones florales	Colocar diariamente mayas de color blanco a los botones a excepción de la variedad Freedom, se utiliza malla negra
4	Podas selectivas	Selección diaria, los mejores brotes para obtener rosas de botón grande y de calidad
5	Podas en mesa	Consiste en podar brotes para homogenización de la población, actividad exclusiva para exportación
6	Tutorio de plantas de rosa	Colocar cinta plástica para lograr tallos de rosa rectos y evitar daños mecánicos
7	Reparación de tablonos	Reestructuración de los tablonos para evitar fuga de agua y fertilizante

Continuación cuadro 3.

8	Aplicación de materia orgánica en tabloncillos	Mejorará de la estructura del suelo de los tabloncillos, se realiza dos veces por año
9	Aplicación de fertilizantes granulados en tabloncillos	Hydrocomplex y 15-15-15 dos veces por año
10	Eliminación de botones inservibles y poda de tallos	Eliminar botones no útiles para comercialización y poda de tallo principal a 40 cm de altura
11	Manejo de cenicilla	Los productos químicos se describen en el cuadro 2

Fuente: elaboración propia, 2019.

En el área de campo cada persona tiene aproximadamente 12,000 plantas de rosas, debe cumplir con las actividades mencionadas en el cuadro 3 para tener tallos y botones de rosas de calidad, con buenos rendimientos para la exportación.

El riego profundo, corte de tallos, colocación de mallas y podas selectivas son las actividades que se realizan diariamente por el encargado de área y son supervisadas por el encargado general de campo, con el propósito de cosechar rosas aptas para otros mercados. Las otras actividades se realizan específicamente en una temporada del año a excepción del manejo de la cenicilla en donde diariamente se observa la eficiencia del fungicida asperjado, el principal método de control es químico y se realizan las aspersiones una o dos veces por semana.

La fertilización es parte del manejo agronómico del cultivo de rosas, la planta necesita los nutrientes necesarios para lograr el crecimiento y desarrollo adecuado con el fin de obtener plenamente productividad en cantidad y en calidad, en el cuadro 4 se presentan los fertilizantes aplicados al cultivo por fertirriego.

Cuadro 4. Programa de fertirriego del cultivo de rosas en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

Fertilizante	Unidad de medida	Total aplicado por día		
		Invernadero 1	Invernadero 5	Invernadero 7
Urea	Libras (lb)	23.78	23.06	19.60
Map (12-61-0)	Gramos (g)	579.30	569.32	479.42
Nitrato de potasio	Libras (lb)	12.69	12.30	10.45
Sulfato de magnesio	Libras (lb)	9.11	8.84	7.50
Sulfato ferroso	Gramos (g)	522.37	506.39	430.48
Sulfato de manganeso	Gramos (g)	155.81	151.82	128.85
Sulfato de zinc	Gramos (g)	230.72	223.73	190.77
Nitrato de calcio	Libras (lb)	25.26	24.46	20.79

Fuente: elaboración propia, 2019.

Para garantizar la efectividad de los fertilizantes y tener un buen desarrollo en el cultivo de rosa en la finca Maya Kotz'ij se tenía sistema de riego por goteo. Todos los lunes y jueves se aplicaban mezclas de: urea y MAP, seguidamente los sulfatos de magnesio, ferroso y manganeso. Los martes y viernes se aplicaban los nitratos de potasio y calcio. Miércoles y sábado solo aplicaciones de agua. Esta planificación era llevada a cabo en los tres invernaderos. En el cuadro 4 se presentan las dosis de aplicación por día de cada fertilizante. El nitrato de calcio es el fertilizante con dosis más alta para los tres invernaderos debido a la función del calcio en las plantas, es esencial para el sistema radicular, pared celular y ayuda en la formación y desarrollo del botón floral (InfoAgro, España, 2019).

2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.7.1 Determinación del progreso espacial de la cenicilla en rosa

Para este objetivo, en la finca Maya Kotz’ij en donde se realizó el estudio en el cultivo de rosa bajo condiciones de invernadero se realizaron 9 lecturas de la enfermedad a cada 15 días, en tres variedades de rosas: Blush, Vendela y Freedom. Con los resultados obtenidos, se calcularon los índices de Morisita y Lloyd para determinación de la dispersión del patógeno.

La distribución espacial de la enfermedad de cenicilla en rosa en el transcurso del estudio presento diferente patrón de dispersión. Los patrones de dispersión determinados a través de dichos índices fueron: agregado y uniforme en el invernadero 1, uniforme en el invernadero 5 y para el invernadero 7 fue aleatorio al inicio, luego se formaron agregados, seguidamente se uniformizo, se aleatorizo y al final se formaron agregados. Los valores de índices determinados en las diferentes lecturas realizadas, por invernadero y variedad de rosa, se presentan en el cuadro 5.

A. Índices de dispersión de Morisita y Lloyd por variedad de rosa e invernadero

En el cuadro 5 se muestran los índices de dispersión del patógeno en el cultivo de rosas, cada variedad presento diferente patrón de dispersión de la enfermedad, según las fechas en que se realizaron las lecturas de incidencia, esto se debe al manejo agronómico y fenología de las plantas.

Cuadro 5. Índices de dispersión de Morisita y Lloyd, para el monitoreo de la cenicilla en rosa por variedad e invernadero, en la finca Maya Kotz’ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

Localización finca Maya Kotz’ij	Fecha	Índice de Morisita	Patrón de dispersión	Índice de Lloyd	Patrón de dispersión
Invernadero 1	9/05/2019	1.1429	Agregado	1.2721	Agregado
	24/05/2019	1.1688	Agregado	1.3223	Agregado
	10/06/2019	0.9730	Uniforme	0.9474	Uniforme
	25/06/2019	0.9524	Uniforme	0.9378	Uniforme
	10/07/2019	0.6700	Uniforme	0.6601	Uniforme
	25/07/2019	1.0133	Agregado	1.0171	Agregado
	10/08/2019	1.0294	Agregado	1.0369	Agregado
	25/08/2019	0.9819	Uniforme	0.9645	Uniforme
	10/09/2019	0.9850	Uniforme	0.9705	Uniforme

Continuación cuadro 5.

Invernadero 5	9/05/2019	0.9839	Uniforme	0.9793	Uniforme
	24/05/2019	0.9481	Uniforme	0.9320	Uniforme
	10/06/2019	0.9508	Uniforme	0.9355	Uniforme
	25/06/2019	0.9854	Uniforme	0.9713	Uniforme
	10/07/2019	0.8859	Uniforme	0.8717	Uniforme
	25/07/2019	0.9873	Uniforme	0.9750	Uniforme
	10/08/2019	0.8874	Uniforme	0.8735	Uniforme
	25/08/2019	0.9831	Uniforme	0.9667	Uniforme
	10/09/2019	0.8889	Uniforme	0.8758	Uniforme
Invernadero 7	9/05/2019	1.0000	Aleatoria	1.0000	Aleatoria
	24/05/2019	0		0	
	10/06/2019	1.0000	Aleatoria	1.0000	Aleatoria
	25/06/2019	1.0000	Aleatoria	1.0000	Aleatoria
	10/07/2019	1.1429	Agregado	1.2500	Agregado
	25/07/2019	0.8889	Uniforme	0.8667	Uniforme
	10/08/2019	0.9500	Uniforme	0.9063	Uniforme
	25/08/2019	1.0000	Aleatoria	1.0000	Aleatoria
	10/09/2019	1.6000	Agregado	1.6400	Agregado

En el invernadero uno, que corresponde a la variedad Blush, se estudió con plantas de rosa de 7 años de estar en producción y se consideraron seniles. Cuando se inició el estudio, el 9 y 24 de mayo, los índices de Morisita (1.14-1.16) y Lloyd (1.27-1.32), permitieron determinar que la enfermedad se presentó con patrón de dispersión agregado, tal como se presenta en el cuadro 5. Esa condición indica que ya había varias plantas con cenicilla e inóculo del patógeno distribuido en las plantas de rosas. Por ello, en esas fechas fueron asperjados los ingredientes activos: dimethomorph más mancozeb mezclado y peróxido de hidrógeno manera individual con dosis comerciales.

Posteriormente, el 10 de junio, 25 de junio y 10 de julio, de acuerdo con los índices de Morisita (0.67-0.97) y Lloyd de (0.66-0.94), la enfermedad se consideró tener patrón de dispersión uniforme. Una apreciación de estos cambios se presenta en mapas dimensionales (figura 11). Esta situación indica que las aplicaciones de los ingredientes activos utilizados no fueron efectivos en controlar el patógeno y hubo un incremento de la enfermedad, dado que pasó de una condición agregada a uniforme.

Esto probablemente indica que ya hay resistencia del patógeno a dichos fungicidas y requiere de análisis de nuevos productos o manejo integrado de la enfermedad. Luego, de acuerdo al programa de aspersión de la finca donde se realizó el estudio, se aplicó propineb y folpet con dosis comercial de manera separada y se mantuvo la misma condición de dispersión de

enfermedad, lo cual indica que solo el control químico resulta inoperante para el manejo de la cenicilla en rosas. (Quiroga B & Arbeláez T, 2004) y (Sais Marroquín, 2014), encontraron la misma ineficiencia de los ingredientes activos aplicados en este estudio, en el control de la cenicilla. Una de las causas posibles de esta ineficiencia es la selección a resistencia del patógeno, frente los fungicidas aplicados.

El 25 de julio y 10 de agosto con un índice de Morisita (1.01-1.02) y Lloyd (1.01-1.03) la enfermedad cambio de uniforme a agregada. Esta condición es favorable para el control de la enfermedad, al encontrarse focos del patógeno. Fue asperjado el siguiente ingrediente activo: azufre en dosis comercial de manera individual. Esto muestra la eficacia del producto al controlar la enfermedad por el cambio de distribución poblacional. Estos resultados concuerdan con los presentados por (Reyes & Vargas, 2020) en el estudio denominado “Evaluación del efecto de las aplicaciones del producto Sikonfert azufre en cultivo de rosa para el blanco biológico mildiu polvoso (*s. pannosa*)”, donde se observa la eficiencia del ingrediente activo al controlar la enfermedad.

El 25 de agosto y 10 de septiembre con un índice de Morisita de 0.98 y Lloyd de 0.96-0.97, la enfermedad presentó patrón de dispersión uniforme, tal como se aprecia en la figura 11. El cambio en el patrón de dispersión se debe a la aspersión del ingrediente activo folpet con dosis comercial de manera individual. Como fue mencionado anteriormente este producto crea resistencia ante el patógeno *Podosphaera pannosa* en el cultivo de rosas.

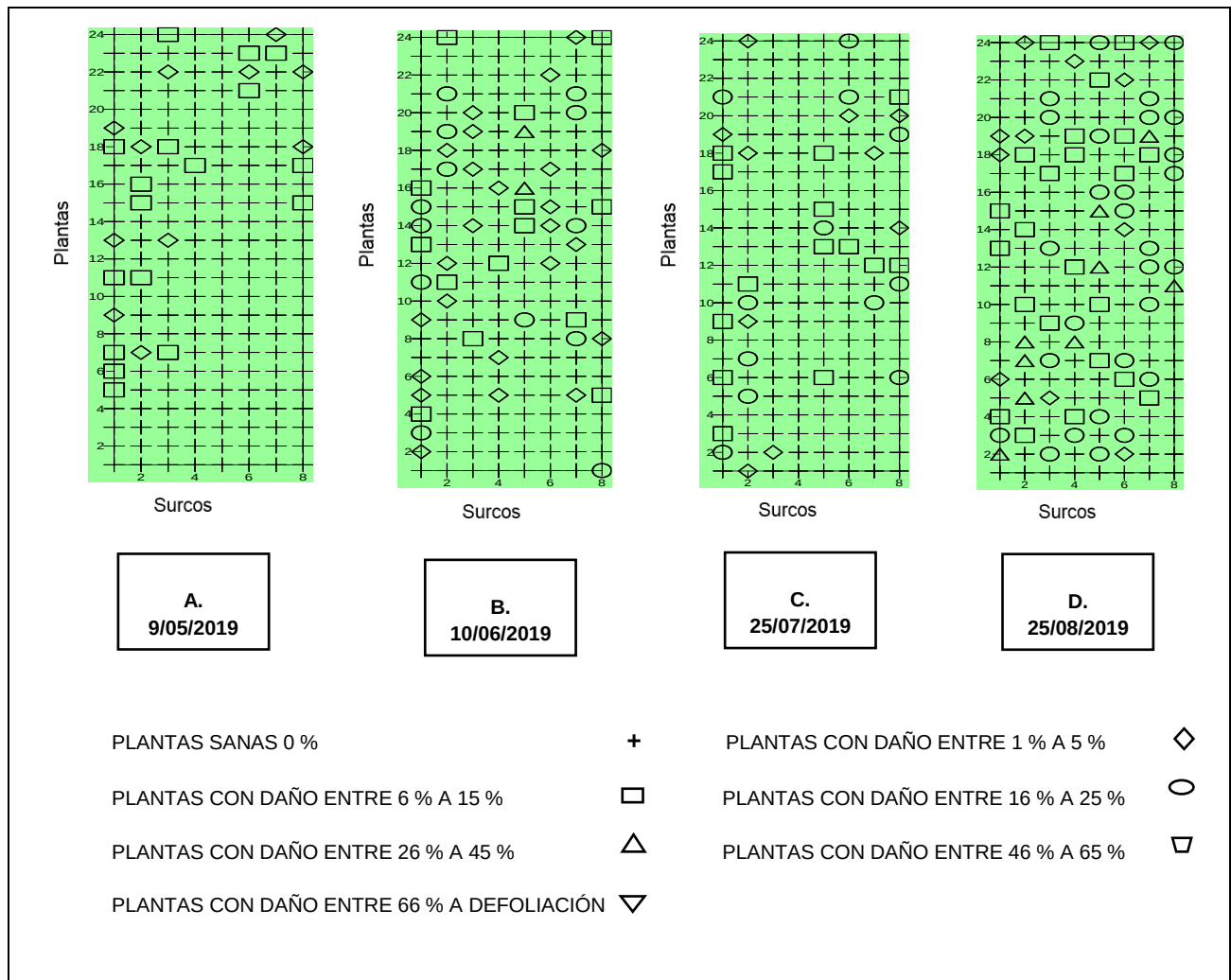


Figura 11. Mapas bidimensionales del análisis espacial de cenicilla en rosa en el invernadero 1, con la variedad de rosa Blush. A,C) Dispersión agregada según índices de Morisita y Lloyd. B,D) Dispersión uniforme según índices de Morisita y Lloyd. En la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

En el invernadero cinco, que corresponde a la variedad Vendela, se estudió con plantas de rosa de 5 años de estar en producción y se consideraron seniles. Durante el tiempo que duro el estudio, según los índices de Morisita (0.88-0.98) y Lloyd (0.87-0.97), permitieron determinar que la enfermedad se presentó con patrón de dispersión uniforme, tal como se presenta en el cuadro 5. Esta condición indica que ya había varias plantas con cenicilla e inóculo del patógeno distribuido homogéneamente en las plantas de rosas. Una estimación de este patrón de distribución de la enfermedad se presenta en mapas dimensionales, figura 12. Por consiguiente, en esas fechas fueron asperjados los ingredientes activos que se presentan en el cuadro 2.

En esta variedad no se presentó cambio en el patrón de dispersión de la enfermedad, durante las aspersiones de los productos químicos. Pues bien, la cantidad de producto químico utilizado era menor y el área foliar de aspersión mayor. En la finca se basaban en el número de surcos para la aspersión del producto químico, no en la cantidad de plantas. En este invernadero se encontraban 36,921 plantas de rosa en producción, mientras que en el invernadero uno 32,864 plantas en producción como se presenta en el cuadro 6A.

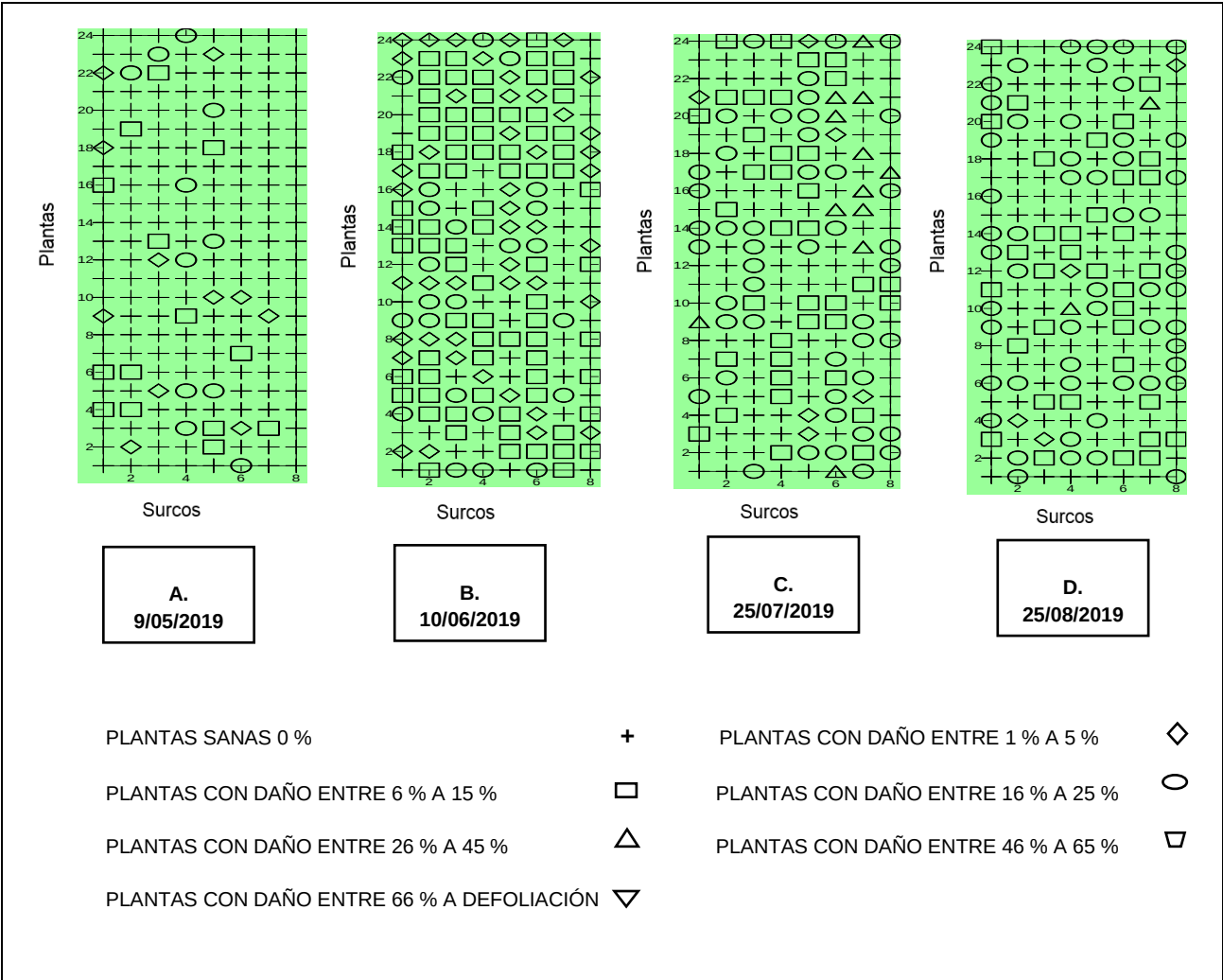


Figura 12. Mapas bidimensionales del análisis espacial de cenicilla en rosa en el invernadero 5, con la variedad de rosa Vendela. A,B,C,D) Dispersión uniforme según índices de Morisita y Lloyd. En la finca Maya Kotz’ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

En el invernadero siete, que corresponde a la variedad Freedom, se estudió con plantas de rosa de 10 meses de haber sido injertadas. Cuando se inició el estudio, el 9 de mayo, los índices de Morisita: 1 y Lloyd: 1, permitieron determinar que la enfermedad se presentó con un patrón de dispersión aleatorio, tal como se presenta en el cuadro 5. Esa condición indica que ya había varias plantas con cenicilla e inóculo del patógeno distribuidas al azar, sin un patrón

predecible. En efecto, en esta fecha fueron asperjados los ingredientes activos: dimethomorph más mancozeb en mezcla con dosis comercial.

El 24 de mayo el daño foliar es de 0 %. El ingrediente activo asperjado fue peróxido de hidrógeno en dosis comerciales de manera individual. El decremento de inóculo se debe al manejo del cultivo, la planta se encontraba en la última etapa de formación de basales, para obtener altura y calidad en el botón. Además, al inicio solo se encontró 1 planta con enfermedad en términos de incidencia y el grado de severidad correspondió a 2 (6 % – 15 % de área foliar dañada). El 10 y 25 de junio, los índices de Morisita (1) y Lloyd (1), permitieron determinar que la enfermedad se presentó con patrón de dispersión aleatorio. Por consiguiente, en esas fechas fueron asperjados los ingredientes activos: folpet y propineb en dosis comerciales, de manera individual. Las aplicaciones de los ingredientes activos no fueron efectivos al controlar el patógeno e incrementó la enfermedad.

El 10 de julio, los índices de Morisita: 1.14 y Lloyd: 1.25, determinaron el patrón de dispersión, cambió de aleatorio a agregado, esta condición es favorable para el control de la cenicilla al encontrarse focos del patógeno. Una percepción de estos cambios se presenta en mapas tridimensionales, figura 13. El ingrediente activo asperjado fue: folpet en dosis comerciales, de manera individual. El 25 de julio y 10 de agosto, los índices de Morisita: 0.88-0.95 y Lloyd: 0.86-0.90, permitieron determinar un patrón de dispersión uniforme, esta condición indica que la distribución de la enfermedad e inóculo del patógeno estaba distribuida de manera regular. Para estas fechas no hubo aspersiones de ingredientes activos.

El 25 de agosto con índices de Morisita: 1 y Lloyd: 1, permitieron determinar que la enfermedad se presentó con patrón de dispersión aleatorio, el ingrediente activo aplicado en esta fecha fue azufre y el 10 de noviembre con índices de Morisita (1.60) y Lloyd (1.64), se presentó un patrón de dispersión agregado, esto indica la eficiencia del producto asperjado.

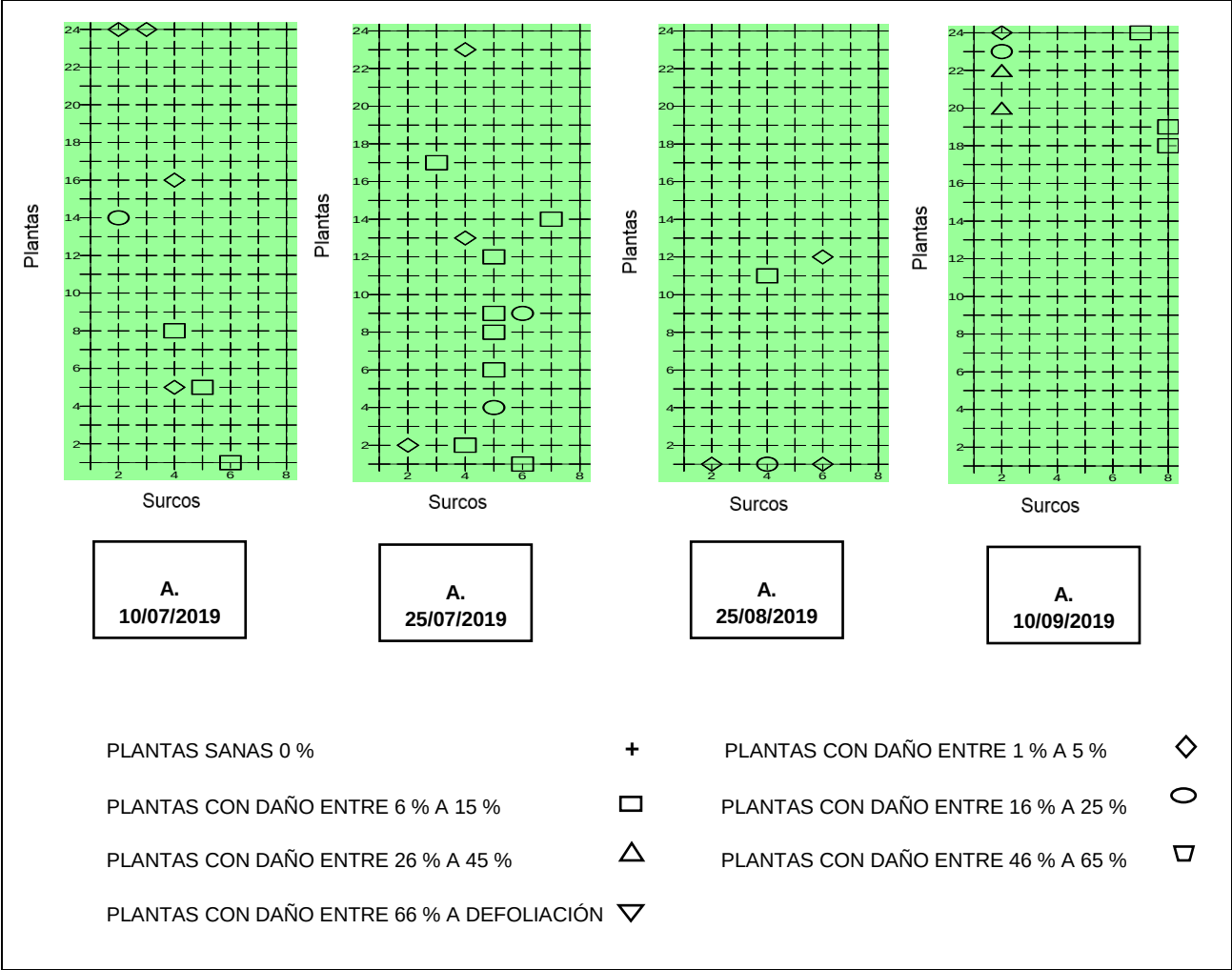


Figura 13. Mapas bidimensionales del análisis espacial de cenicilla en rosa en el invernadero 7, con la variedad de rosa Freedom. A,D) Dispersión agregada según índices de Morisita y Lloyd. B) Dispersión uniforme según índices de Morisita y Lloyd. C) Dispersión aleatoria según índices de Morisita y Lloyd. En la finca Maya Kotz’ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

2.7.2 Determinación del progreso temporal de la cenicilla en rosa

El estudio temporal, también fue realizado en tres invernaderos y tres variedades. Los resultados son presentados por separado.

A. Invernadero 1, incidencia y severidad de cenicilla en rosa en la variedad Blush

De acuerdo a los resultados obtenidos, se considera una variedad de rosa medianamente susceptible a *Podosphaera pannosa* que ocasiona la cenicilla, con respecto a las otras dos

variedades de rosas que fueron estudiadas. Los valores de incidencia y severidad cuantificados para esta variedad, fueron diferentes en las lecturas realizadas de acuerdo al manejo del cultivo.

La cuantificación de la enfermedad referente a incidencia se inició el 9 de mayo de 2019 y fue la primera lectura de cenicilla con valor de 14.58 %. A los 45 días después del inicio, la incidencia incrementó a 45.31 %, con tasa de incremento de enfermedad de 0.68 plantas por día, el 10 de agosto se presentó un decremento de la enfermedad, con valor de 10.94 %, fue asperjado el siguiente ingrediente activo: azufre en dosis comercial de manera individual.

Esto indica la eficacia del producto al controlar la enfermedad. Para el 10 de septiembre que correspondió a la novena lectura se obtuvo un valor máximo de incidencia de cenicilla cuantificado de 58.85 %. La curva de progreso de la enfermedad se presenta en la figura 14 (A). Respecto a la severidad para la variedad Blush, de acuerdo a lo cuantificado con la ayuda de la escala diagramática, los valores que más se presentaron fueron el grado 0, que indica plantas sanas y donde hubo mayor enfermedad, es decir la moda fue para el grado 1 (1 % - 5 % de área foliar dañada) y grado 2 que corresponde (6 % - 15 % de área foliar dañada), figura 14 (B).

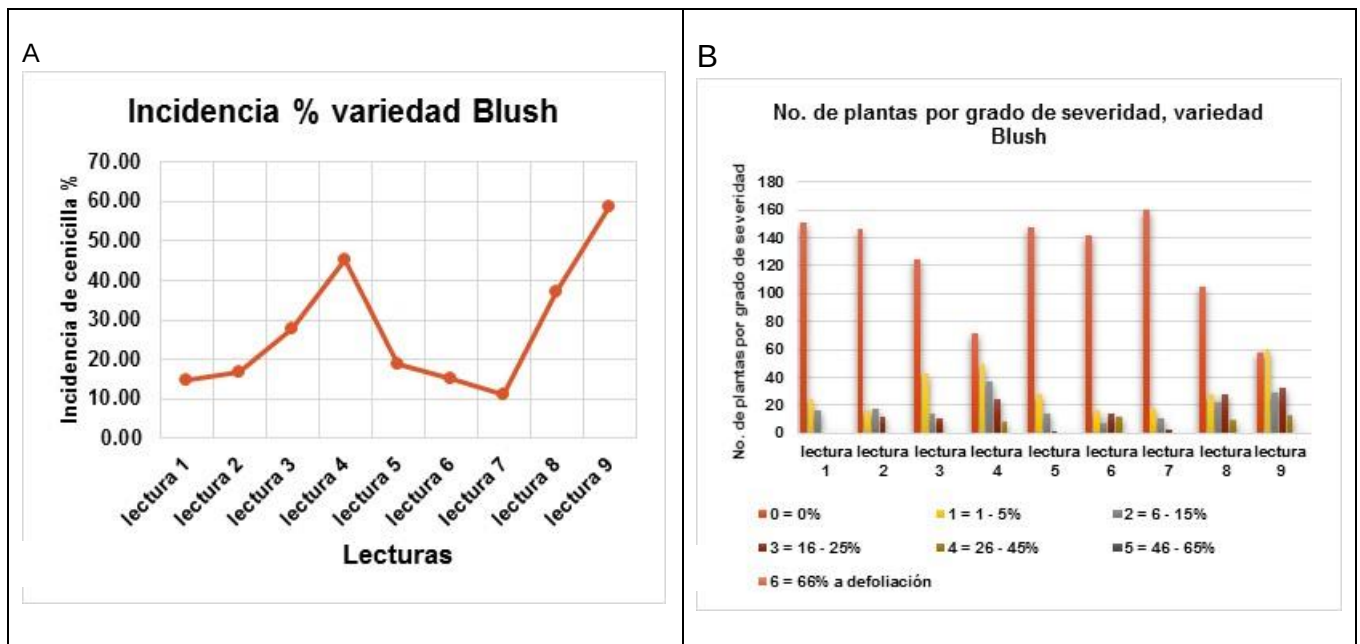


Figura 14. Análisis temporal de la cenicilla en rosa de la variedad Blush, invernadero 1. A) Curva del progreso temporal de la enfermedad a partir de valores de incidencia. B) Severidad de cenicilla en rosa, cuantificada durante el periodo de 9/05/2019 a 10/09/2019, finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

B. Invernadero 5, incidencia y severidad de cenicilla en la variedad Vendela

Según los resultados obtenidos, se considera una variedad de rosa susceptible a *Podosphaera pannosa* causante de la cenicilla, con respecto a las otras dos variedades de rosas que fueron estudiadas. Los valores de incidencia y severidad cuantificados para esta variedad, fueron diferentes en las lecturas realizadas de acuerdo al manejo del cultivo. La cuantificación de la enfermedad se inició el 9 de mayo de 2019 y fue la primera lectura de cenicilla con valor de 18.75 %. A los 30 días después del inició, la incidencia incrementó a 76.56 %, con una tasa de incremento de enfermedad de 1.92 plantas por día, en esta lectura se obtuvo el valor máximo de incidencia. A partir del 25 de agosto decrece la enfermedad debido a la aspersión de azufre en el cultivo para el control de la cenicilla. La curva de progreso de la enfermedad se presenta en la figura 15 (A).

Respecto a la severidad para la variedad Vendela, de acuerdo a lo cuantificado con la escala diagramática, los valores que más se presentaron fueron el grado 0, que indica plantas sanas, la moda de la enfermedad fue para el grado 2 (6 % - 15 % de área foliar dañada) y grado 3 que corresponde (16 % – 25 % de área foliar dañada), figura 15 (B).

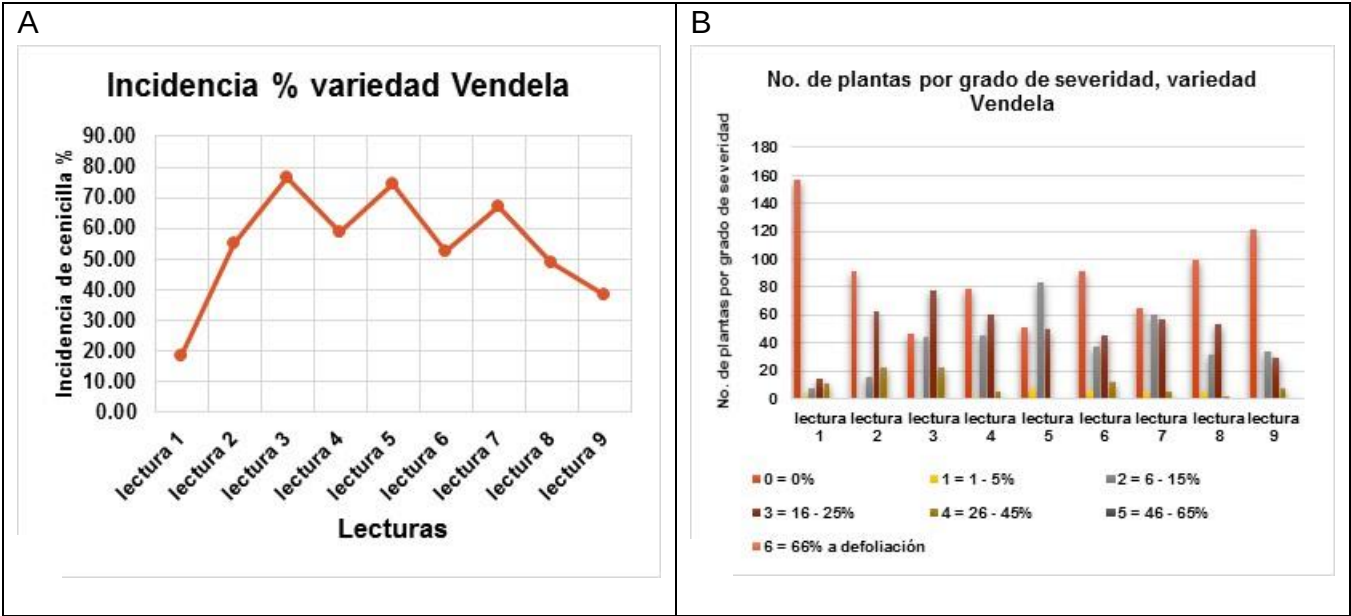


Figura 15. Análisis temporal de la cenicilla en rosa de la variedad Vendela, invernadero 5. A) Curva del progreso temporal de la enfermedad a partir de valores de incidencia. B) Severidad de cenicilla en rosa, cuantificada durante el periodo de 9/05/2019 a 10/09/2019, finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

C. Invernadero 7, incidencia y severidad de cenicilla en la variedad Freedom

De acuerdo a los resultados obtenidos, se considera una variedad de rosa resistente a *Podosphaera pannosa* que ocasiona la cenicilla, con respecto a las otras dos variedades de rosas que fueron estudiadas. Los valores de incidencia y severidad cuantificados para esta variedad, fueron diferentes en cada lectura de acuerdo al manejo del cultivo. La cuantificación de la enfermedad se inició el 9 de mayo de 2019 y fue la primera lectura de cenicilla con valor de 0.52 %. A los 90 días después del inicio, la incidencia incrementó a 8.33 %, con tasa de incremento de enfermedad de 0.08 plantas por día, en esta lectura se obtuvo el valor máximo de incidencia. El 25 de agosto decrece a 3.13 % debido a la aspersión azufre. Este ingrediente activo presenta eficacia para el control de cenicilla en rosa. La curva de progreso de la enfermedad se presenta en la figura 16 (A).

La severidad para la variedad Freedom, de acuerdo a lo cuantificado con la escala diagramática, los valores que más se presentaron fueron el grado 0, que indica plantas sanas y la moda de la enfermedad fue para el grado 2 (6 % – 15 % de área foliar dañada) y grado 3 que corresponde (16 % – 25 % de área foliar dañada), figura 16 (B).

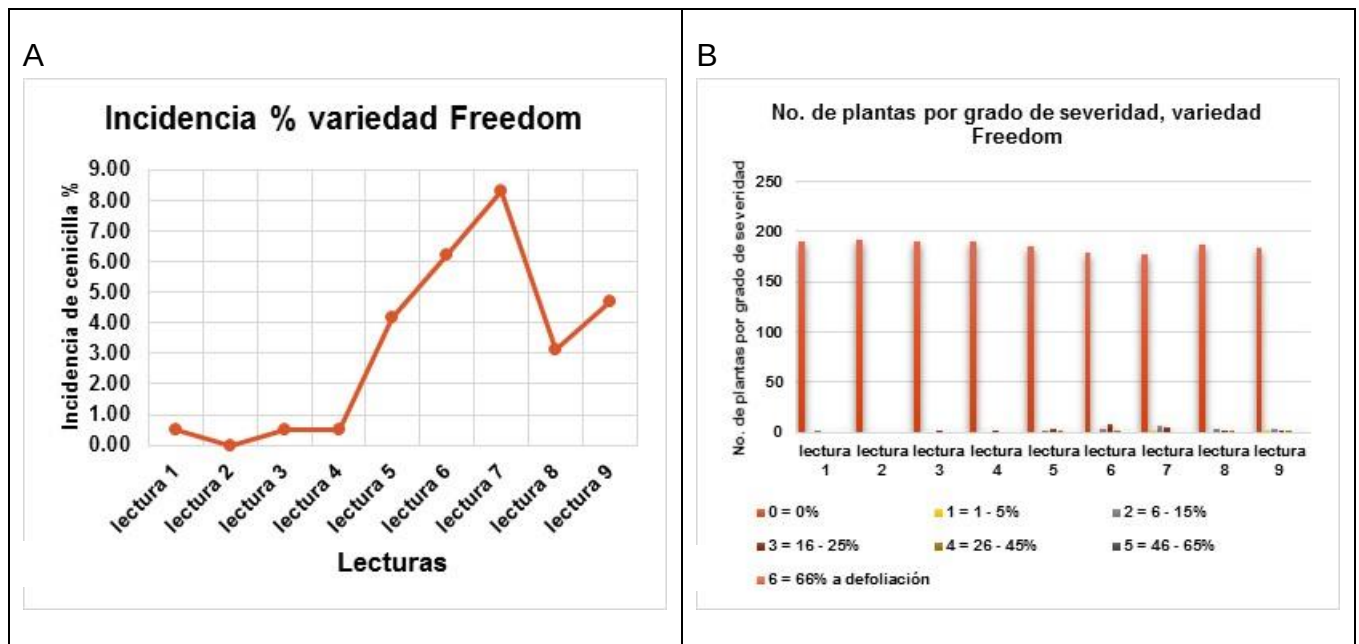


Figura 16. Análisis temporal de la cenicilla en rosa de la variedad Freedom, invernadero 7. A) Curva del progreso temporal de la enfermedad a partir de valores de incidencia. B) severidad de cenicilla en rosa, cuantificada durante el periodo de 9/05/2019 a 10/09/2019, finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

D. Índice de severidad y área bajo la curva del progreso de la enfermedad de cenicilla en rosa, para las variedades Blush, Vendela y Freedom

Las curvas del progreso de la enfermedad se presentan en la figura 17 (A), basadas en los índices de severidad. Se observa que la variedad Vendela es susceptible, la variedad Blush medianamente susceptible y la variedad Freedom resistente a la cenicilla, según los datos obtenidos en el estudio.

Para la variedad Vendela, en la primera lectura se cuantifico el valor de índice de severidad de 9.12, a los 30 días después del inicio, se obtuvo el valor máximo de enfermedad de 36.02, con la tasa de incremento de la enfermedad de 0.89 plantas por día. Para la variedad Blush, en la primera lectura se cuantifico el índice de severidad de 3.91, a los 120 días después del inicio se obtuvo el valor máximo de enfermedad de 22.40, con la tasa de incremento de la enfermedad de 0.15 plantas por día. La variedad Freedom presentó al inicio un valor de índice de severidad de 0.17, a los 75 días después del inicio se obtuvo el valor máximo de enfermedad que corresponde a 3.30 con la tasa de incremento de la enfermedad de 0.04 plantas por día. A partir de las gráficas del progreso de la enfermedad en cenicilla figura 14 (A), 15 (A) y 16 (A) se determinaron los modelos flexibles y no flexibles, los cuales se presentan en el cuadro 7A. Se determinó que ningún modelo se ajustaba a las curvas por la forma de las mismas, representan el manejo agronómico que se le dio al cultivo. Según (Mora Aguilera, Práctica no. 2 área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE). (Curso de Epidemiología), 2012), un aspecto común en modelos lineales y no lineales es que solo se pueden ajustar epidemias que cumplan con el requisito de forma. Las formas simétricas y asimétricas sigmoidales para los modelos Logístico y Gompertz respectivamente, y la forma de “c” y Exponencial para los modelos Monomolecular y Exponencial. Además, según (Bautista, Soto, & Pérez, 2009) se debe considerar el R^2 mayor y CME más bajo.

Según (Mora Aguilera, Práctica no. 2 área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE). (Curso de Epidemiología), 2012), las curvas irregulares son comunes cuando se aplican métodos de control o manejo, el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) es útil para describir epidemias de forma irregular o para estimar la intensidad de epidemia en ciertas etapas epidemiológicas.

El (ABCPE) es el análisis más recomendado y se considera de mayor efectividad. Es decir, es el método más usado como herramienta estadística en el análisis de epidemiología (Bautista, Soto, & Pérez, 2009).

Debido a lo antes mencionado se calculó el ABCPE para cada variedad de rosas. Figura 17 (B). El ABCPE se cuantificó por el método del trapecio en función de la severidad para las tres

variedades de rosas, la variedad Blush presentó un ABCPE de 1,346.20 u, la variedad Vendela 3,140.40 u y la variedad Freedom 158.90 u. Para este análisis valores bajos del ABCPE, indican menor intensidad de enfermedad.

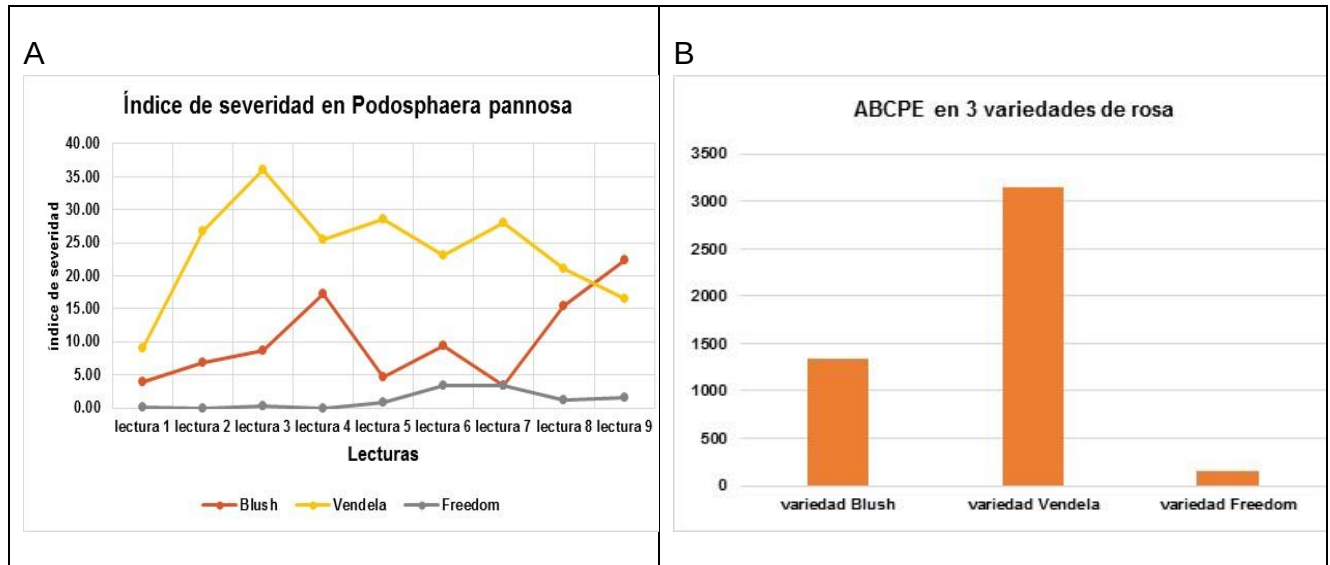


Figura 17. Análisis temporal de la cenicilla en rosa, variedades Blush, Vendela y Freedom. A) Curva del progreso temporal de la enfermedad a partir de valores de índices de severidad. B) Área bajo la curva del progreso de la enfermedad, cuantificada durante el periodo de 9/05/2019 a 10/09/2019, finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

2.8 CONCLUSIONES

1. El progreso espacial de la cenicilla de la rosa, ocasionada por *Podosphaera pannosa*, se determinó mediante los índices de Morisita y Lloyd. Para la variedad Blush los patrones de disposición espacial fueron agregado y uniforme, para la variedad Vendela uniforme y por último la variedad Freedom aleatoria, uniforme y agregado. El cambio en el comportamiento del patógeno se debe al control químico empleado en la finca y a la resistencia genética de las variedades estudiadas.
2. El progreso temporal de la cenicilla en rosa, según los datos obtenidos mediante el porcentaje de incidencia permitieron determinar que la variedad Blush es medianamente susceptible con incidencia de 14.58 % a 58.85 %, la variedad Vendela susceptible con incidencia de 18.75 % a 76.56 % y la variedad Freedom resistente con incidencia de 0 % a 8.33 %. Además, se calcularon los modelos flexibles y no flexibles para cada variedad y no presentaron un buen ajuste por el comportamiento irregular de la epidemia debido al control químico empleado, por lo que se calculó el (ABCPE) la variedad Vendela con 3,140.40 u presentó mayor intensidad de enfermedad seguida de la variedad Blush con 1,346.20 u y por último la variedad Freedom con 158.90 u.

2.9 RECOMENDACIONES

1. Para el manejo de la cenicilla en el cultivo de rosa se debe llevar a cabo un manejo integrado, utilizando las curvas del progreso de la enfermedad generadas para recomendar épocas de aplicación de productos químicos.
2. Aumentar el área de siembra de la variedad Freedom ya que es menos susceptible a la cenicilla y es de mayor comercialización durante el año.

2.10 BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios, G. N. (1999). *Fitopatología*. México: Limusa.
2. Agrios, G. N. (2005). *Plant pathology* (5 ed.). New York, USA: Academic Press.
3. Ajcip, R. (2019). Cultivo de rosas. (Loma Alta, San Juan Sacatepéquez, Guatemala: Finca Exportadora de Rosas Maya Kotz'ij, Encargado de campo). (Y. Martinez, Entrevistador) Guatemala.
4. Antipodas.net. (2020). *Coordenadas de San Juan Scatepéquez (Guatemala)*. Obtenido de Antipodas.net: <https://www.antipodas.net/coordenadaspais/guatemala/san-juan-sacatepequez.php#coordenadas>
5. Aponte Guano, D. R. (2020). *El oidio (Sphaerotheca pannosa) con su método de control biológico en el cultivo de (Rosa sp.)*. Obtenido de (Tesis Ing. Agr., Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias: Ecuador): <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22579/1/Tesis-130%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20397.pdf>
6. Bautista, N., Soto, L., & Pérez, R. (2009). *Tópicos selectos de estadística aplicados a la fitosanidad*. Obtenido de Chapingo, México: Colegio de Posgraduados/ Instituto Politécnico Nacional: <https://isbn.cloud/9786077533337/topicos-selectos-de-estadistica-aplicados-a-la-fitosanidad/>
7. Brogle, A. (2004). *Evaluación de una formulación de Thiacloprid más Ciflutrina, sobre la polilla de la papa, Phthorimaea operculella (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)*. Obtenido de (Tesis Ing. Agr., Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas: Chile): http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/101739/brogle_a.pdf?sequence=4&isAllowed=y
8. Domínguez, D., García, R., Mora, M., Salgado, M., & Gonzalez, J. (2016). La cenicilla del rosal (*Podosphaera pannosa*). *Agrociencia*, 56(7), 901-917. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952016000700901#B43
9. Domínguez Serrano, D. (2016). *Respuestas de defensas estimuladas por inductores químicos a Podosphaera pannosa (Wallr.) Lév. en el cultivo de rosa*. Obtenido de (Tesis Ing. Agr., Universidad Autónoma del Estado de México: México): <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/99721/TESIS%20DANI%20EL%20DOM%20CDNGUEZ%20SERRANO.pdf;jsessionid=13D0A5102C701F%20DD5D626A1A3E4CA9A8?sequence=1>

10. Domínguez Serrano, D., García Velasco, R., Mora Herrera, M., & Salgado Siclan, M. (2016). Identificación y alternativas de manejo de la cenicilla del rosal. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 34(1), 22-42. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092016000100022
11. Duque Echeverri, M. C. (1996). *Patrones de disposición espacial y su importancia en la definición de un plan de muestreo en MIP*. Venezuela: Centro Internacional de Agricultura Internacional (CIAT).
12. Esparza Claudio, H. A. (2003). *Costos de producción y comercialización de rosa (Spp) bajo condiciones de invernadero en la Carbonera, Arteaga, Coahuila*. Obtenido de (Tesis Ing. Agr., Universidad Autónoma Agraria: México): <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/unarrow/0038a.pdf>
13. Fundación Produce, México. (2016). *Manual de producción de la rosa*. Obtenido de México: Fundación Produce : <https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/03/19/manual-completo-para-cultivar-rosas-incluye-pdf/>
14. García, M., Polo, E., Fajardo, V., Salas, L., Avendaño, K., & Caballero, B. (2017). *Taxonomía en plantas*. Obtenido de Colombia: Institución Educativa Normal Superior San Pedro Alejandrino: <http://taxonomiaenplantas2017.blogspot.com/2017/10/rosa.html>
15. Google Earth, USA. (2019). Localización geográfica de la Finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Obtenido de Google Earth: <https://earth.google.com/web/search/finca+Maya+Kotzij/@14.71056109,-90.65542277,1892.24243501a,896.71174461d,35y,-0h,0t,0r/data=CnYaTBJGCIUweDg1ODk3NDVvkZDZiNDBiM2Q6MHhjMzMxNDhkMzU3NTU4MDIIGSlkQiffay1AIV54yg8BqlbAKgtNYXlhiEtdHppahgCIAEiJgokCRrEP7I3iTtAEfL>
16. InfoAgro, España. (2019). *El cultivo de la rosa*. Obtenido de España: infoAgro: https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_rosa.asp
17. López, D. (2010). *Enfermedades del rosal en el Estado de México y en la Comarca Lagunera de Coahuila*. Obtenido de México: Universidad Autónoma Agraria "Antonio Navarro" Unidad Laguna: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2505/Enfermedades%20del%20rosal%20en%20el%20estado%20de%20M%C3%A9xico%20y%20en%20la.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

18. Luz of Roses, España. (2019). *Rosa vendela*. Obtenido de España: Luz of Roses : <https://luzofroses.com/rosas/vendela-rose/>
19. Mora Aguilera, G. (2008). *Bases de estudios epidemiológicos para el manejo de patosistemas agrícolas*. Obtenido de México: Taller internacional de vigilancia epidemiológica fitosanitaria para el pronóstico de plaga: http://langif.uaslp.mx/documentos/presentaciones_internacionl/01/drmora.pdf
20. Mora Aguilera, G. (2012). *Práctica no. 2 área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE). (Curso de Epidemiología)*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía .
21. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia (FAO). (2007). *Tabla 16. Listado de plaguicidas usados para el control de enfermedades en tomate*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/3/a1374s/a1374s06.pdf>
22. Quiroga B, N. J., & Arbeláez T, G. (2004). Evaluación de la eficacia de fungicidas aplicados al suelo y al follaje para el control de mildew velloso, ocasionado por *Peronospora sparsa* en un cultivo comercial de rosa. *Agronomía Colombiana*, 22(2), 110-118. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180318264003.pdf>
23. Reyes, R., & Vargas, A. (2020). *Uso de Sikonfert Azufre en el control de mildew polvoso*. Obtenido de Floricultura Colombiana, Metroflor: <https://www.metroflorcolombia.com/uso-de-sikonfert-azufre-en-el-control-de-mildew-polvoso/>
24. Sais Marroquín, A. A. (2014). *Evaluación del fungicida Sphinx Supra WG en el control del mildiu velloso (Peronospora sparsa Berkeley) en el cultivo de rosal (Rosa spp.)*. Obtenido de (Tesis Ing. Agr., Universidad Autónoma del Estado de México: México): <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/40669/2014%20Tesis%20Aaron%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
25. Schoch, C. L. (2020). *Taxonomía del NCBI: Una actualización completa sobre conservación, recursos y herramientas. Base de datos (Oxford): Podosphaera pannosa*. Obtenido de NCBI. National Center for Biotechnology Information: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi>
26. Valz de Campollo, A. P. (2014). *Evaluación de productos alternativos para el control de mildiu polvoriento en el cultivo de rosa*. Obtenido de (Tesis Ing. Agr., Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas: Guatemala): <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/11/Pagliara-Anabella.pdf>

27. Vicente Pérez, M. E. (2012). *Diseño del Centro Floricultural y Floristeria Municipal en San Juan Sacatepéquez, Guatemala*. Obtenido de (Tesis Arq., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Arquitectura: Guatemala): http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_3245.pdf
28. Wbeymar, E., & Flórez, V. (2006). *Comportamiento fenológico de tres variedades de rosas rojas en función de la acumulación de la temperatura*. Obtenido de *Agronomía Colombiana*, 24(2), 247-257: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/20028/21160>
29. Yong, A. (2004). El cultivo del rosal y su propagación. *Cultivos Tropicales*, 25(2), 53-67. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193217832008.pdf>



2.11 ANEXOS

Cuadro 6A. Inventario de plantas de rosa por invernadero y variedad en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

Inventario de plantas de rosa, por invernadero y variedad en la finca Maya Kotz'ij		
Invernadero 1		
Variedad	Surcos	Total de plantas
Freedom	52	18447
Vendela	10	2121
Rosita vendela	5	1037
Blush	16	2428
Impulse	4	880
Topaz	11	1180
Dejavu	4	668
Engagement	9	2517
High & Magic	8	2546
Coffee Break	3	1040
TOTAL		32864
Invernadero 5		
Freedom	7	2907
Blush	12	4485
Divina	3	977
Santa Fe	5	1587
Cool Water	9	3688
Cherry Brandy	9	3407
Impulse	12 ^{1/2}	3610
High Exotic	9 ^{1/2}	3383
Vendela	18	5387
High Candy	3	926
Eliza	2	522
Topaz	6	1859
Rosita Vendela	13	3563
Coffe Break	1	263
Dejavu	1	357
TOTAL		36921
Invernadero 7		
Freedom	76	21657
Star 2000	3	874
Tormenta	2	547
Bulevart	2	497
Endegagement	1	314
Joker	3	796
Lips Tick	3	605
High Magic	4	1158
TOTAL		26448

Fuente: elaboración propia, 2019.

Cuadro 7A. Valores del coeficiente de determinación y cuadrados medios del error (CME) para los modelos no flexibles y flexibles evaluados en las variedades Blush, Vendela y Freedom, en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

Modelos no flexibles y flexibles				
Invernadero	Variedad	Modelo	R²	CME
1	Blush	Exponencial	0.1824	0.01581
5	Vendela	Exponencial	0.0065	0.03737
7	Freedom	Exponencial	0.4157	0.0005911
1	Blush	Monomolecular	0.1695	0.01606
5	Vendela	Monomolecular	0.0109	0.03721
7	Freedom	Monomolecular	0.4683	0.0004707
1	Blush	Logístico	0.1766	0.01592
5	Vendela	Logístico	0.0083	0.03730
7	Freedom	Logístico	0.4198	0.0005870
1	Blush	Weibull	0.0758	0.01859
5	Vendela	Weibull	0.1471	0.01691
7	Freedom	Weibull	0.4829	0.0005439
1	Blush	Richards	0.32117	0.10315
5	Vendela	Richards	0.0083	0.03730
7	Freedom	Richards	0.04751	0.0022570

Fuente: SAS (Statistical Analysis Sistem), 2019.

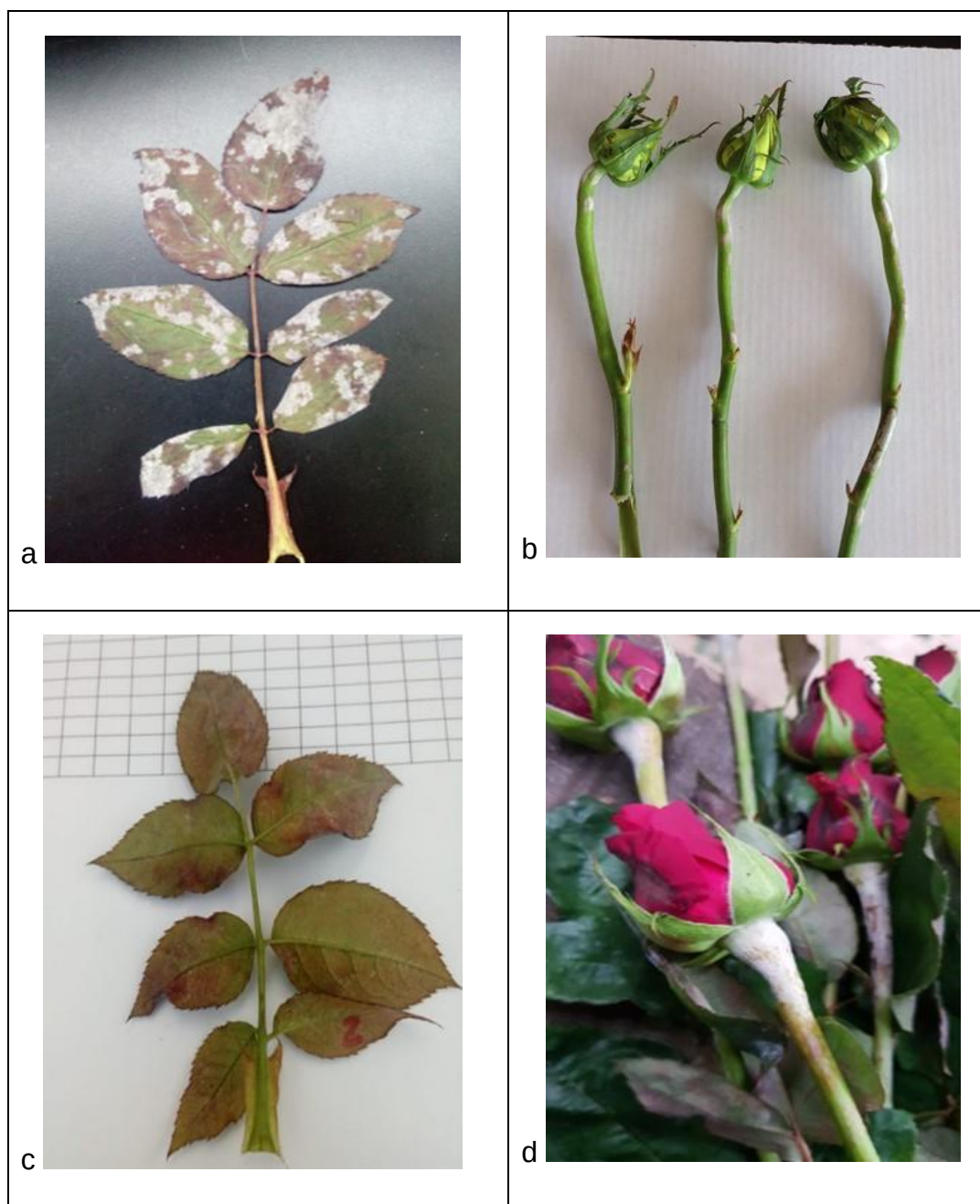
2.11.1 Fenología del botón floral del cultivo de rosas



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 18A. Descripción: 1). Punto arroz, 2). Punto maíz, 3). Punto mostrando sépalo, 4). Punto mostrando pétalo, 5). Punto silbido, 6). Punto lápiz, 7). Punto abierto. A). Blush. B). Vendela. C). Freedom. En la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

2.11.2 Cenicilla en rosa



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 19A. Descripción: 1). Cenicilla en el haz de la hoja, 2). Cenicilla en el tallo, 3). Cenicilla en el envés de la hoja, 4). Cenicilla en el pedúnculo. En la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.



3.1 PRESENTACIÓN

Las plantas ornamentales son cultivadas con el propósito de ser exportadas debido a sus características estéticas. La finca Maya Kotz'ij ubicada en la aldea Loma Alta, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Se dedica a la comercialización de rosas en el interior y exterior del país.

El cultivo de rosas debe cumplir con varias características para ser exportada como: calidad, tamaño del botón superior a 3.5 cm, follaje limpio es decir libre de patógenos y tallo mayor a 50 cm. Por lo anterior mencionado, hoy en día la mayoría de rosas son vendidas en mercados locales ya que no cumplen con los estándares.

Las principales plagas que afectan al cultivo son: *Spodoptera frugiperda*, *Tetranychus urticae*, *Frankliniella occidentalis* y *Myzus persicae*. Denominadas en la finca como: Gusano, Araña roja, Trips y Pulgón respectivamente. Los fitopatógenos que causan mayor daño son: *Podosphaera pannosa*, *Rhizobium radiobacter*, *Phragmidium mucronatum*, *Coniothyrium fuckelii*, *Botrytis cinerea* y *Peronospora sparsa*. Causantes de las enfermedades conocidas en la finca como: Polvoso, Agrobacterium, Roya, Pata negra, Botrytis y Dawny respectivamente.

Se realizaron 3 servicios en la finca: un manual de enfermedades y plagas del cultivo de rosas (*Rosa* sp.) en condiciones de invernadero, elaboración y siembra de patrones de rosa silvestre (*rosa canina*) y control de desechos en poscosecha por variedad de rosas.

Estos servicios se llevaron a cabo en el periodo comprendido entre los meses de febrero a octubre del año 2019. Con el fin de brindar información, mejorar la calidad y cantidad de rosas para competir en otros mercados obteniendo mejores ganancias. A continuación, se describe de manera más detallada cada uno.

3.2 SERVICIO 1: MANUAL DE ENFERMEDADES Y PLAGAS DEL CULTIVO DE ROSAS (*Rosa* sp.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO

3.2.1 Objetivos

1. Elaborar un manual de plagas y enfermedades presentes en el cultivo de rosas en condiciones de invernadero.
2. Informar e ilustrar al lector sobre las plagas y enfermedades presentes en campo y pos cosecha del cultivo de rosas.

3.2.2 Metas

- Cuantificar las principales plagas y enfermedades que se presentan en el cultivo de rosas en el área de San Juan Sacatepéquez, Guatemala.
- Elaborar un manual que sea atractivo para el lector y de beneficio para el control de las plagas y enfermedades.

3.2.3 Metodología

- Observación directa en las instalaciones: durante el diagnóstico se detectaron los principales problemas en la finca en cuanto a plagas y enfermedades.
- Información de fuentes primarias y secundarias: se tuvieron charlas con los trabajadores de campo para conocer y enriquecer acerca de los daños que causan las plagas y enfermedades al cultivo de rosas.

Además, se consultaron varias fuentes de información en línea con el propósito de conocer la clasificación taxonómica.

- Fotografías: se tomaron varias fotografías con los daños, signos y síntomas para ilustrar el manual.
- Redacción del manual de plagas y enfermedades de manera creativa: se colocaron fotos para llamar la atención del lector y hacerlo más atractivo, al igual que un texto breve.

3.2.4 Recursos

Cámara fotográfica, computadora, libros, cuaderno, hojas, impresora, internet.

3.2.5 Resultados

Se elaboró el manual titulado: ENFERMEDADES Y PLAGAS DEL CULTIVO DE ROSAS (*Rosa* sp.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA FINCA MAYA KOTZ'IJ, ALDEA LOMA ALTA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.

A continuación, se presenta el manual donde se da a conocer la taxonomía, síntomas, signos, condiciones predisponentes y mecanismos de manejo de las plagas y enfermedades en el cultivo de rosas.

**ENFERMEDADES Y PLAGAS DEL CULTIVO DE ROSAS (*Rosa*
sp.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO
EN LA FINCA MAYA KOTZ'IJ, ALDEA LOMA ALTA, SAN JUAN
SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.**



3.2.6 INTRODUCCIÓN

Los habitantes del municipio de San Juan Sacatepéquez basan su economía principalmente en el cultivo de ornamentales. La siembra, cosecha y comercialización con mayor demanda es del cultivo de rosas. Estas son atractivas por la variedad de colores de sus pétalos, utilizadas en la decoración de eventos y hogares. Además de ser exportadas a varios países como: Estados Unidos, el Salvador y Costa Rica.

El cultivo de rosas se ve afectado por varios factores: clima, manejo agronómico, plagas y enfermedades. Un desbalance con los factores antes mencionados y pueden provocar serios daños a las plantas lo que genera pérdidas para los agricultores.

En la finca Maya Kotz'ij ubicada en la aldea Loma Alta, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Las principales plagas que afectan al cultivo son: *Spodoptera frugiperda*, *Tetranychus urticae*, *Frankliniella occidentalis* y *Myzus persicae*. Denominadas en la finca como: Gusano, Araña roja, Trips y Pulgón respectivamente.

Los fitopatogenos que causan mayor daño son: *Podosphaera pannosa*, *Rhizobium radiobacter*, *Phragmidium mucronatum*, *Coniothyrium fuckelii*, *Botrytis cinerea* y *Peronospora sparsa*. Causantes de las enfermedades conocidas en la finca como: Polvoso, Agrobacterium, Roya, Pata negra, Botrytis y Dawny respectivamente.

Las pérdidas a causa de las plagas y enfermedades en la finca Maya Kotz'ij son variables. Por ejemplo, en el mes de julio del año 2019 se tuvieron 646 bonches (24 unidades de rosas) lo que corresponde a Q16,150.00 a causa de los siguientes daños: mecánico, *Spodoptera frugiperda*, *Botrytis cinerea*, *Tetranychus urticae*, *Frankliniella occidentalis*, *Peronospora sparsa*, *Podosphaera pannosa* y fenología inadecuada.

El siguiente documento fue elaborado como parte de uno de los servicios del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

A continuación, se describen las plagas y enfermedades que afectan al cultivo de rosas en el área de campo y pos cosecha. Además de los síntomas, signos, condiciones predisponentes y mecanismos de manejo para lograr llevar a cabo un manejo integrado y tener mejores resultados.

3.2.7 VARIEDADES DE ROSAS CULTIVADAS EN LA FINCA



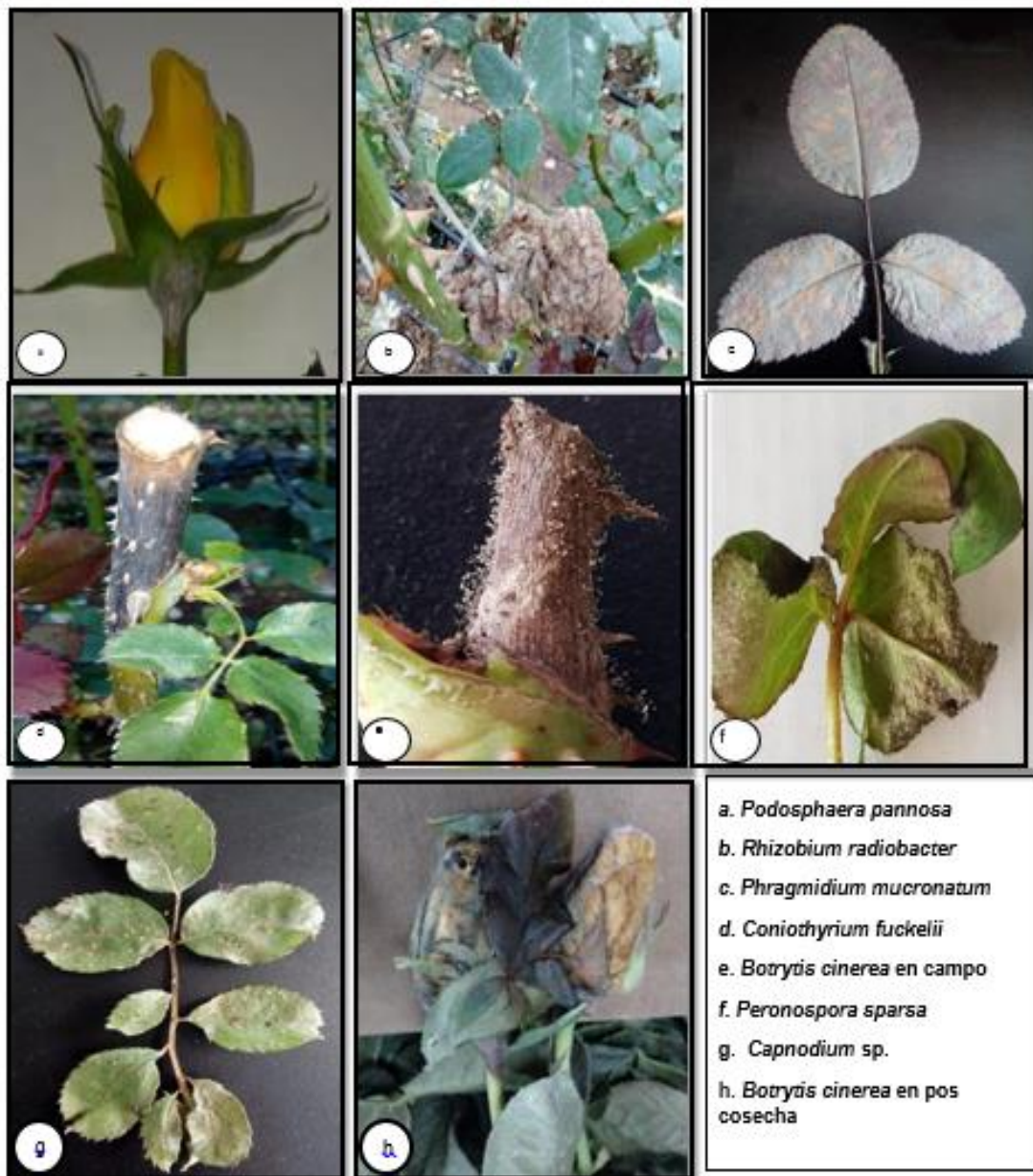
Continuación figura 20.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 20. Descripción: variedades de rosas. a. Freedom b. Vendela c. Topaz d. Dejavoo e. Engagement f. Blush g. High magic h. Cool water i. Cherry brandy j. Impulse k. Rosita vendela l. Coffee break m. Divina n. Elizza ñ. Santa fe o. Joker p. Lipstick q. Tormenta r. Boulevard s. Maya fresa t. Star 2000 u. Dark engagement v. High magic. w. High Candy. Finca Maya Kotz'ij, Aldea Loma Alta, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

3.2.8 PRINCIPALES ENFERMEDADES Y PATÓGENOS ASOCIADOS A TEJIDOS VEGETALES EN EL CULTIVO DE ROSAS EN INVERNADERO



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 21. Patógenos presentes en campo y pos cosecha, en la Finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

3.2.9 *Podosphaera pannosa*

A. Clasificación taxonómica

Reino: Fungi

Dominio: Dikarya

Division: Ascomycota

Clase: Leotiomycetes

Subclase: Leotiomycetidae

Orden: Erysiphaceae

Género: *Podosphaera*

Especie: *Podosphaera pannosa* (Schoch, Taxonomía del NCBI: una actualización completa sobre conservación, recursos y herramientas. Base de datos (Oxford): *Podosphaera pannosa*, 2020).

B. Síntomas

- Las hojas y brotes más jóvenes son mayormente afectados, apareciendo una coloración rojiza en el envés de las hojas
- Regularmente en el pedúnculo aparece una coloración rojiza en estado de arveja, lo cual debilita el tallo y hace caer con facilidad el botón floral
- Cuando el hongo penetra a su hospedero y no se da el control lo antes posible, las estructuras del hongo se desarrollan apareciendo micelio blanco
- Las hojas maduras no presentan los síntomas típicos de la enfermedad, pero pueden formarse áreas circulares e irregulares cubiertas por el desarrollo del hongo hasta causar desprendimiento prematuro o bien el patógeno provoca menor distorsión sobre las hojas maduras, pero con el tiempo se necrosan (Agrios, 2005).

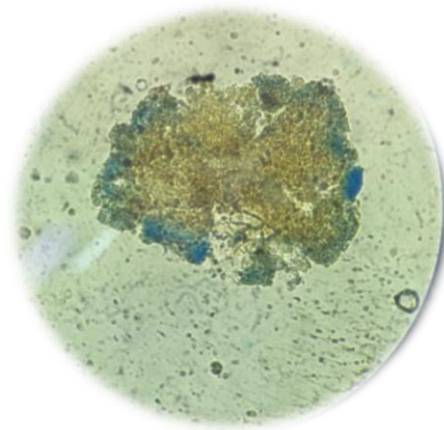


Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 22. Síntomas de *Podosphaera pannosa* en las hojas y pedúnculo en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

C. Signos

- Micelio de color blanco, pueden encontrarse en: hojas, tallos y pedúnculo
- Esporas



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 23. Esporas de *Podosphaera pannosa*, observadas con el objetivo 10x.

D. Condiciones predisponentes

- Alta densidad de siembra, ya que no penetra de forma homogénea la luz
- Baja humedad relativa 30% a 40%
- Altas temperaturas 25 °C a 28 °C
- Viento



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 24. Alta densidad de siembra 10 cm a 12 cm entre plantas de rosa a doble hilera en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

E. Mecanismos de Manejo de la enfermedad

- Realizar podas en el follaje y botón para evitar contaminación por inóculo
- Disminuir la lámina de riego, realizando riegos con más frecuencia en menor tiempo
- Sembrar variedades resistentes
- Colocar barreras vivas para evitar la fuente de inóculo por medio de las esporas transportadas por el aire
- Dar un correcto manejo de las cortinas de los invernaderos, para poder controlar la temperatura y aireación
- Control químico: Phytogen 2.66 l/ha, Antracol 70 WP (propineb) 1.38 kg/ha (Ajcip, 2019).



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 25. Realización de poda por botón ciego en el cultivo de rosas en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

3.2.10 *Rhizobium radiobacter*

A. Clasificación taxonómica

Dominio: Bacteria

Filo: Proteobacteria

Clase: Proteobacteria alfa

Orden: Rhizobiales

Familia: Rhizobiaceae

Género: *Rhizobium*

Especie: *Rhizobium radiobacter* (Schoch C. , 2020).

B. Síntomas

- Formación de tumores o agallas en los tallos y hojas de color café, con un diámetro de 0.5 cm hasta 8 cm



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 26. *Rhizobium radiobacter* en las hojas y tallo del cultivo de rosas en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

C. Signos

- Colonias de bacterias de color crema



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 27. Colonias de la bacteria *Rhizobium radiobacter*.

D. Condiciones predisponentes

- Suelos muy ácidos
- Principal método de contagio es mecánico
- La bacteria permanece en el suelo y penetra en la planta por medio de las heridas
- Riego
- Plántulas contaminadas
- Utilización de material infectado para injertar



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 28. Contagio por daño mecánico de *Rhizobium radiobacter* en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

E. Mecanismos de manejo de la enfermedad

- Quemar el material enfermo
- Quitar las agallas manualmente y sobre la herida aplicar cal dolomítica con una brocha
- Desinfestar las herramientas de trabajo (tijeras)
- Siembra de variedades resistentes



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 29. *Rhizobium radiobacter* en el follaje de la variedad Blush en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

3.2.11 *Phragmidium mucronatum*

A. Clasificación taxonómica

Reino: Fungi

Dominio: Dikarya

Division: Basidiomycota

Clase: Pucciniomycotina

Subclase: Pucciniomycetes

Orden: Pucciniales

Género: *Phragmidium*

Especie: *Phragmidium mucronatum* (Schoch C. , 2020).

B. Síntomas

- Al inicio de la enfermedad se pueden observar manchas de color amarillo pálido
- Manchas redondas de color amarillo pálido sobre el haz de las hojas, en el envés aparecen pústulas globosas de color anaranjado

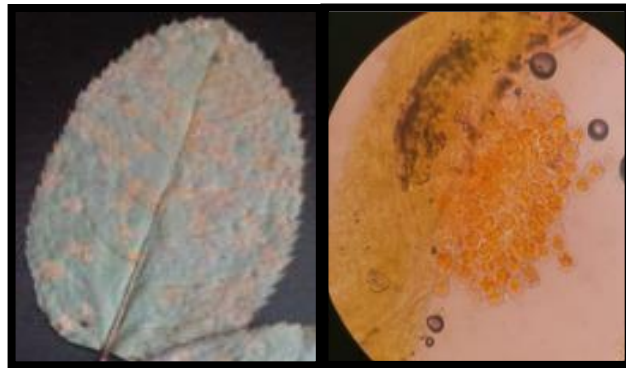


Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 30. Síntomas de la roya en el envés de la hoja en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

C. Signos

- Teliosporas de 0.5 mm a 1 mm de diámetro de color amarillo-anaranjado



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 31. Teliosporas observadas con el objetivo 40x.

D. Condiciones predisponentes

- Alta humedad relativa
- La temperatura de 18 °C a 21 °C favorecen el desarrollo del hongo
- Mala estructura del suelo



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 32. Alta humedad en el suelo en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

E. Manejo de la enfermedad

- Utilizar variedades resistentes (tormenta, freedom, star 2000 entre otras)
- Desinfestar el equipo de trabajo
- Barreras vivas para evitar el contagio de las esporas por el viento
- Control químico: Aspen 500 SC (flutriafol) 300 cc/ha (Ajcip, 2019).



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 33. Podas selectivas en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

3.2.12 *Coniothyrium fuckelii*

A. Clasificación taxonómica

Reino: Fungi

Dominio: Dikarya

Division: Ascomycota

Clase: Pezizomycotina

Subclase: Pleosporomycetidae

Orden: Pleosporales

Género: *Coniotryrium*

Especie: *Coniotryrium fuckelii* (Schoch C. , 2020).

B. Síntomas

- Al inicio de la enfermedad aparecen manchas de color rojo oscuro en los tallos y ramas
- Cuando la enfermedad avanza ocurre la muerte del tallo y ramas de arriba hacia abajo



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 34. Tallo con síntomas de *Coniothyrium fuckelii* en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

C. Signos

- Al realizar cortes a nivel microscópico se pueden observar esporas

D. Condiciones predisponentes

- Exceso de humedad en el suelo
- Altas temperaturas



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 35. Exceso de humedad en los tablones en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

E. Mecanismos de manejo de la enfermedad

- Desinfestar las tijeras antes y después de usarlas, principalmente si se corta un tallo o rama con esta enfermedad por qué se puede transmitir a la demás población
- Evitar realizar podas muy enérgicas en variedades muy vigorosas
- Utilizar variedades resistentes



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 36. Podas en la variedad Cherry brandy en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

3.2.13 *Botrytis cinerea*

A. Clasificación taxonómica

Reino: Fungi

Dominio: Dikarya

Division: Ascomycota

Clase: Leotiomycetes

Subclase: Leotiomycetidae

Orden: Helotiales

Género: *Botrytis*

Especie: *Botrytis cinerea* (Schoch C. , 2020).

B. Síntomas

- Los síntomas de esta enfermedad son observados principalmente en el área de pos cosecha, apareciendo principalmente en los pétalos un color marrón
- En campo se observa la pudrición del tallo de arriba hacia abajo con micelio de color gris
- Si la enfermedad no se detecta a tiempo y las rosas son metidas a cuarto frio, se desarrolla el hongo ya que las condiciones le favorecen, apareciendo una pudrición
- El hongo penetra por alguna herida provocada en la planta

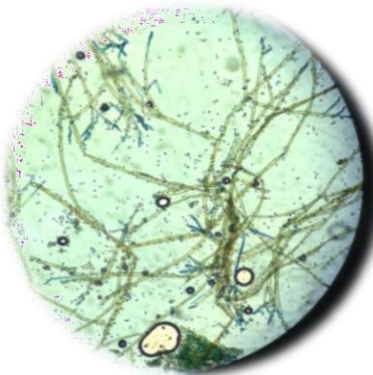


Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 37. Síntomas de la enfermedad en tejidos de rosas en el área de pos cosecha de la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

C. Signos

- Esclerocios pequeños y delgados
- Conidióforos bien diferenciados, simples, rectos



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 38. Hifas y esporas de *Botrytis cinerea*, observadas con el objetivo 10x.

D. Condiciones predisponentes

- Temperaturas de 15 °C a 20 °C
- Humedad relativa
- Vectores principalmente insectos
- Transmisión por medio equipo de trabajo



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 39. Tallo y botón floral infectado con *Botrytis cinerea* en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

E. Mecanismos de manejo de la enfermedad

- Evitar las siembras demasiado densas en condiciones de baja luminosidad
- Desinfestar las herramientas de trabajo
- Manejar la aireación (las cortinas) y riego en los invernaderos para que sean por menor tiempo con una mayor frecuencia
- Hacer las podas y deshojes al ras del tallo para evitar el ingreso del patógeno por las heridas
- Evitar las corrientes de aire que diseminen las esporas
- Destruir las plantas enfermas
- Regar temprano es decir por la mañana, evitando mojar las hojas
- Eliminar las flores viejas y depositarlas en el lugar correcto para evitar el contagio
- Control químico: Folpan 80 WG (folpet) 2.66 kg/ha (Ajcip, 2019).



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 40. Limpieza entre tablones por realización de poda en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

3.2.14 *Peronospora sparsa*

Clasificación taxonómica

Reino: Chromista

Division: Oomycota

Clase: Oomycetes

Subclase: Leotiomycetidae

Orden: Peronosporales

Género: *Peronospora*

Especie: *Peronospora sparsa* (Schoch C. , 2020).

A. Síntomas

- Acolochamiento de las hojas más jóvenes, aparición de micelio de color gris en hojas, tallos y cáliz de la flor
- Caída de las hojas
- En el tallo aparecen hendiduras de color café, llegando algunas veces a quebrarse el tallo
- Cuando la enfermedad ya fue atacada, aún quedan los síntomas visibles en la hoja (manchas de color rojo)
- Debilitamiento de la planta principalmente del área dañada



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 41. Síntomas de *Peronospora sparsa* en el tallo y hojas en la finca Maya Kotz'ij, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

B. Signos

- Se pueden observar los esporangioforos



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 42. Esporangioforos de *Peronospora sparsa*, observadas con el objetivo 40x.

C. Condiciones predisponentes

- Alta humedad relativa
- Temperaturas altas de 25 °C a 28 °C
- Viento
- Salpicadura con agua



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 43. Alta humedad en el suelo en la Finca Maya Kotz'ij.

D. Mecanismos de manejo de la enfermedad

- Sembrar variedades resistentes
- Alta humedad relativa
- Manejo de cortinas en los invernaderos para controlar la temperatura y aire
- Realizar saneamiento de las áreas afectadas, para evitar fuente de inóculo
- Desinfestar el equipo de trabajo
- Control de malezas, ya que pueden ser fuente de inóculo
- Control químico: Foral 80 WP (fostil) 1.5 kg/ha (Ajcip, 2019).



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 44. Malezas en la orilla de los invernaderos y restos de podas en la finca Maya Kotz'ij.

3.2.15 *Capnodium sp.*

A. Clasificación taxonómica

Reino: Fungi

Dominio: Dikarya

Division: Ascomycota

Clase: Dothideomycetes

Subclase: Dothideomycetidae

Orden: Capnodiales

Género: *Capnodium*

Especie: *Capnodium sp.* (Schoch C. , 2020).

B. Síntomas

- Manchas negras en el haz de la hoja
- El hongo nunca penetra el tejido vegetal
- Las manchas se pueden extender en toda la hoja, dando una apariencia de suciedad o polvo de color negro
- Debilita la planta reduciendo la cantidad de fotosíntesis, retrasa el crecimiento y provoca el raquitismo de los rosas

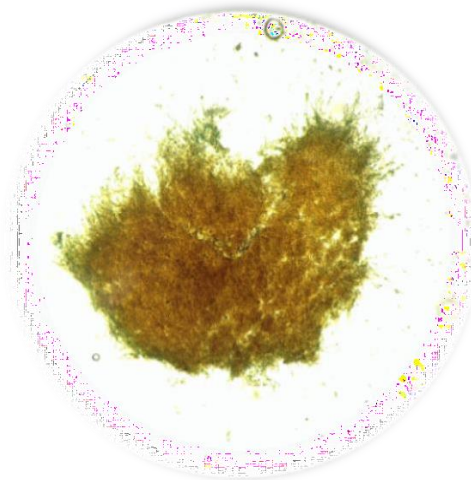


Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 45. Síntomas de *Capnodium* sp. En la finca Maya Kotz'ij.

C. Signos

- Esporas de color oscuro



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 46. Esporas faeas de *Capnodium* sp, observadas con el objetivo 10x.

D. Condiciones predisponentes

- Excrementos de insectos (pulgón, mosca blanca) principalmente azucarados



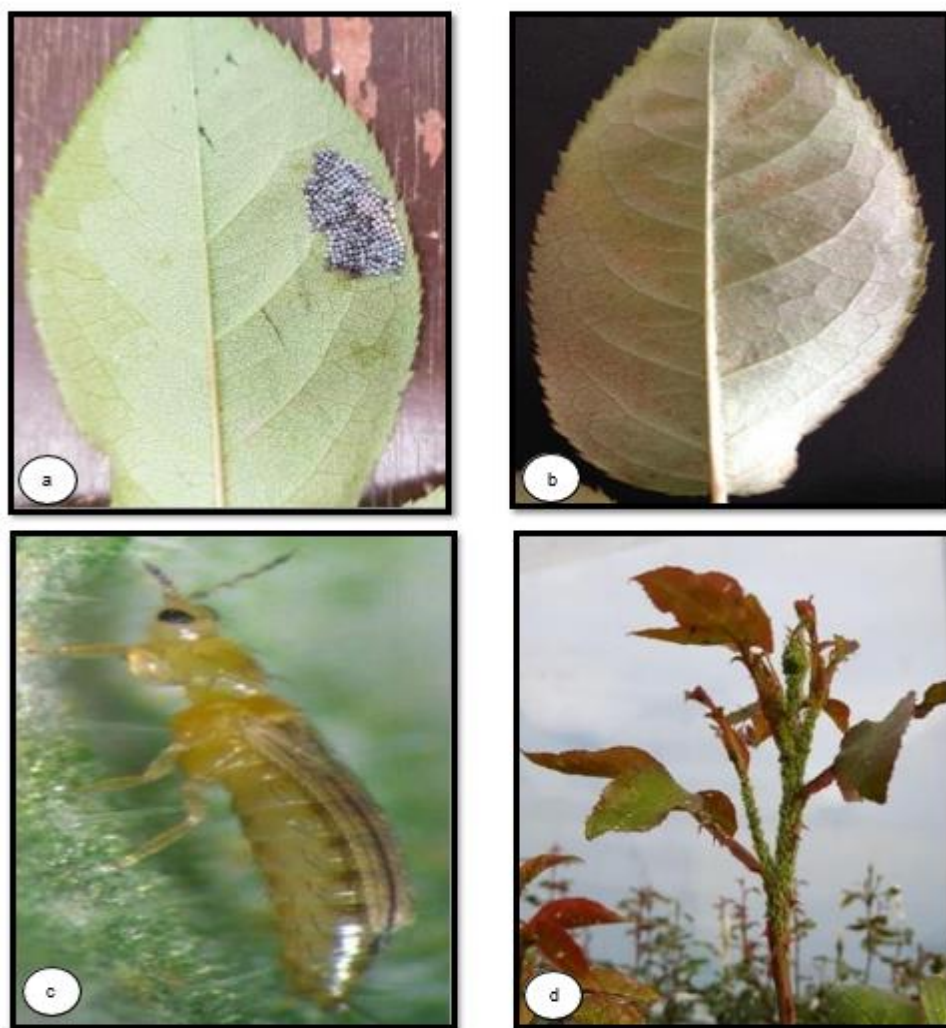
Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 47. Excrementos de pulgón en el follaje en la finca Maya Kotz'ij.

E. Mecanismos de manejo de la enfermedad

- Control de los insectos
- Realizar podas para permitir mayor aireación

3.2.16 PLAGAS ASOCIADAS A ROSAS EN INVERNADERO



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 48. Principales plagas en el cultivo de rosas, a. *Spodoptera frugiperda* b. *Tetranychus urticae* c. *Frankliniella occidentalis* d. *Myzus persicae*. En la finca Maya Kotz'ij.

3.2.17 *Spodoptera frugiperda*

A. Clasificación taxonómica

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Noctuidae

Género: *Spodoptera*

Especie: *Spodoptera frugiperda* (Schoch C. , 2020).

B. Síntomas y daños en el cultivo

- Se alimentan principalmente de las hojas y pétalos dejando pequeños agujeros debido a su aparato bucal
- Los huevos son depositados en las hojas y al eclosionar dejan machas cafés en el tejido
- Succionan la sabia del rosal, lo que produce debilitamiento en la planta
- En los botones florales se pueden observar un gran número de larvas y excrementos



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 49. Daños ocasionados por *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de rosas en la finca Maya Kotz'ij.

C. Mecanismos de control

- Eliminación manual de huevos encontrados en las hojas
- Control químico: Proclaim SG (emamectina benzoato) 0.33 kg/ha (Ajcip, 2019).



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 50. Presencia de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de rosas en la finca Maya Kotz'ij.

3.2.18 *Frankliniella occidentalis*

A. Clasificación taxonómica

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Thysanoptera

Familia: Thripidae

Género: *Frankliniella*

Especie: *Frankliniella occidentalis* (Schoch C. , 2020).

B. Síntomas y daños en el cultivo

- Por su aparato bucal tienen la capacidad de chupar el contenido celular de las hojas, tallos y flores dejando manchas de color café donde ocurren los daños.
- En algunas variedades de rosas se pueden observar deformaciones, decoloración y necrosis en la parte del tejido dañado.
- Los estadios de pupa y adulto son los que más perjudican a las rosas siendo los pétalos la parte con mayor daño
- Transmisores de virus



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 51. *Frankliniella occidentalis* en la finca Maya Kotz'ij.

C. Mecanismos de control

- Se recomienda colocar trampas de nylon de color azul y amarillo dentro de los invernaderos y afuera de los mismos, cambiándolas por lo menos tres veces al año
- Desbotonar las rosas abiertas
- Eliminación de malezas, las cuales pueden ser fuente de inóculo
- Control químico: Foramil 90 SP (metomil) 1 kg/ha, Monitor 600 (metamidofos) 1.25 l/ha (Ajcip, 2019).



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 52. Trampas de nylon colocadas en el invernadero para control de trips en la finca Maya Kotz'ij.

3.2.19 *Myzus persicae*

A. Clasificación taxonómica

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Familia: Aphididae

Género: *Myzus*

Especie: *Myzus persicae* (Schoch C. , 2020).

B. Síntomas y daños en el cultivo

- Produce la caída de hojas, clorosis, cambio de color y marchitamiento
- Liberación de jugos azucarados principalmente en los pétalos
- Debilitamiento de la planta al ocasionar picaduras y succionar la savia
- Transmisor de virus
- Reducción fotosintética del follaje por el tipo de aparato bucal picador-chupador
- Desarrollo del hongo fumagina en la parte donde se liberan los jugos azucarados



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 53. Tris en brotes de rosas en la finca Maya Kotz'ij.

C. Mecanismo de control

- Eliminación manual de la parte afectada
- Control biológico: *Aphidius colemani* (Ajcip, 2019).



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 54. Pulgón parasitado con *Aphidius colemani* en la finca Maya Kotz'ij.

3.2.20 *Tetranychus urticae*

A. Clasificación taxonómica

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Arachnida

Orden: Prostigmata

Familia: Tetranychidae

Género: *Tetranychus*

Especie: *Tetranychus urticae* (Schoch C. , 2020).

B. Síntomas y daños en el cultivo

- Formación de tela de araña en las ramas y hojas
- Debilitamiento de la planta ya que las arañas absorben la sabia y pueden provocar defoliación de las hojas
- Moteado amarillo en el envés de la hoja



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 55. *Tetranychus urticae* en la finca Maya Kotz'ij.

C. Mecanismos de control

- Lavados profundos con manguera en todo el follaje
- Aplicaciones de jabón de coche (1 bola por tonel) para hacer que la araña resbalé y no pueda afectar a la planta
- Limpieza de manera manual
- Control químico: Meldau 0.66 l/ha, Sipdau 0.66 l/ha (Ajcip, 2019).



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 56. Limpieza de focos de araña en la finca Maya Kotz'ij.

3.2.21 Evaluación

Este manual es una fuente informativa para las personas que desconocen del tema, además de ayudar a dar un manejo integrado al cultivo de rosas.

3.2.22 Anexos

A continuacion se presentan algunas fotografias del manual que fue elaborado en la finca Maya Kotz'ij.

A. Portadas del manual elaborado en la finca.



Figura 57A. Portadas del manual de enfermedades y plagas en el cultivo de rosas bajo condiciones de invernadero en la finca Maya Kotz'ij.

3.3 SERVICIO 2: ELABORACIÓN Y SIEMBRA DE PATRONES DE ROSA SILVESTRE (*Rosa canina*)

3.3.1 Objetivos

1. Cortar patrones de rosa silvestre aptos para la siembra.
2. Tener patrones a disposición en cualquier tiempo para poder injertar.
3. Dar el manejo agronómico adecuado para tener patrones sanos y de buena calidad.

3.3.2 Metas

- Abastecer a la finca con patrones, para reducir los costos de producción.
- Tener patrones sanos (sin plagas y enfermedades) para que durante el proceso de injertación la planta logre un buen desarrollo y mayor producción.

3.3.3 Metodología

- Reparación de los enraizadores: consistió en reparar, nivelar y limpiar las camas donde se colocaron las bolsas con los patrones, además de ajustar el sistema de riego por micro aspersión.
- Limpieza: se lavó con cloro y jabón en polvo la parte interna y externa de los enraizadores para evitar agentes contaminantes.
- Elaboración de la mezcla: se elaboró con relación 2:1 es decir dos carretas de arena por una carreta de tierra negra.
- Llenado de bolsas negras de polietileno de 6x10x3: se llenaron 10,000 bolsas con la mezcla de arena y tierra, seguidamente se colocaron en las camas del enraizador de manera ordenada.
- Preparación de la hormona enraizadora: se utilizó la hormona IBA 98 SP, disolviendo los 10 gramos en 1 litro de agua.

- Siembra de los patrones: la siembra se realizó de manera manual, las varetas tenían un largo de 15 cm y fueron sumergidas en la hormona durante 1 minuto antes de la siembra en las bolsas.
- Manejo agronómico: se basa principalmente en el desmalezado de las camas y calles, eliminación de brotes que consiste en dejar el primer brote como tira sabia, aplicación de Bayfolan forte (2 centímetros cúbicos por litro de agua) y Antracol (2 gramos por litro de agua), riego por micro aspersión una vez al día durante 5 minutos, en ciertas ocasiones riego profundo con manguera.

3.3.4 Recursos

Bolsas, azadones, palas, arena blanca, tierra negra, manguera, guantes, hormona, rastrillo, machete, bomba de mochila y cámara fotográfica.

3.3.5 Resultados

Cuadro 8. Datos obtenidos en campo durante la siembra de patrones de rosa silvestre.

Patrones sembrados	Patrones germinados	Patrones muertos	Patrones aptos para injertar	Patrones aptos para planta madre
10,000	9,000	1,000	7,000	2,000

Los principales problemas que se tuvieron fueron: dormancia de las yemas debido a que los patrones pasaron mucho tiempo en cuarto frío, también se presentó el hongo *Coniotryrium fuckeii* denominado en la finca como pata negra. El hongo impidió el desarrollo de los patrones ya que afecta directamente el tallo de arriba hacia abajo causando pudrición.

3.3.6 Evaluación

- Los patrones fueron sembrados a mediados de abril en los enraizadores y en agosto fueron sembrados en los invernaderos a doble hilera con una distancia de siembra de 15 cm entre planta.
- Se logró lo que se pretendía en los objetivos que era abastecer a la finca con sus propios patrones para poder reducir costos y tener mayor producción.

3.3.7 Anexos

A. Proceso de siembra de los patrones



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 58A. Descripción: a. Limpieza del enraizador y elaboración de camas b. Llenado de bolsas con la mezcla c. Colocación de los patrones en la hormona d. Siembra de los patrones e. Limpieza y selección de la tira sabia f. Siembra de los patrones en el invernadero.

3.4 SERVICIO 3: CONTROL DE DESECHOS EN POSCOSECHA POR VARIEDAD DE ROSAS

3.4.1 Objetivos

1. Llevar el control de los desechos en poscosecha ocasionados por los siguientes daños: mecánico, *Spodoptera frugiperda*, *Botrytis cinerea*, *Tetranychus urticae*, *Frankliniella occidentalis*, *Peronospora sparsa*, *podosphaera pannosa*, Fenología inadecuada y tallo 35.
2. Reportar a cada 15 días los desechos de pos cosecha, para evaluar que plaga o enfermedad afecta más en determinado tiempo.
3. Evaluar la variedad que es más resistente a plagas y enfermedades.

3.4.2 Metas

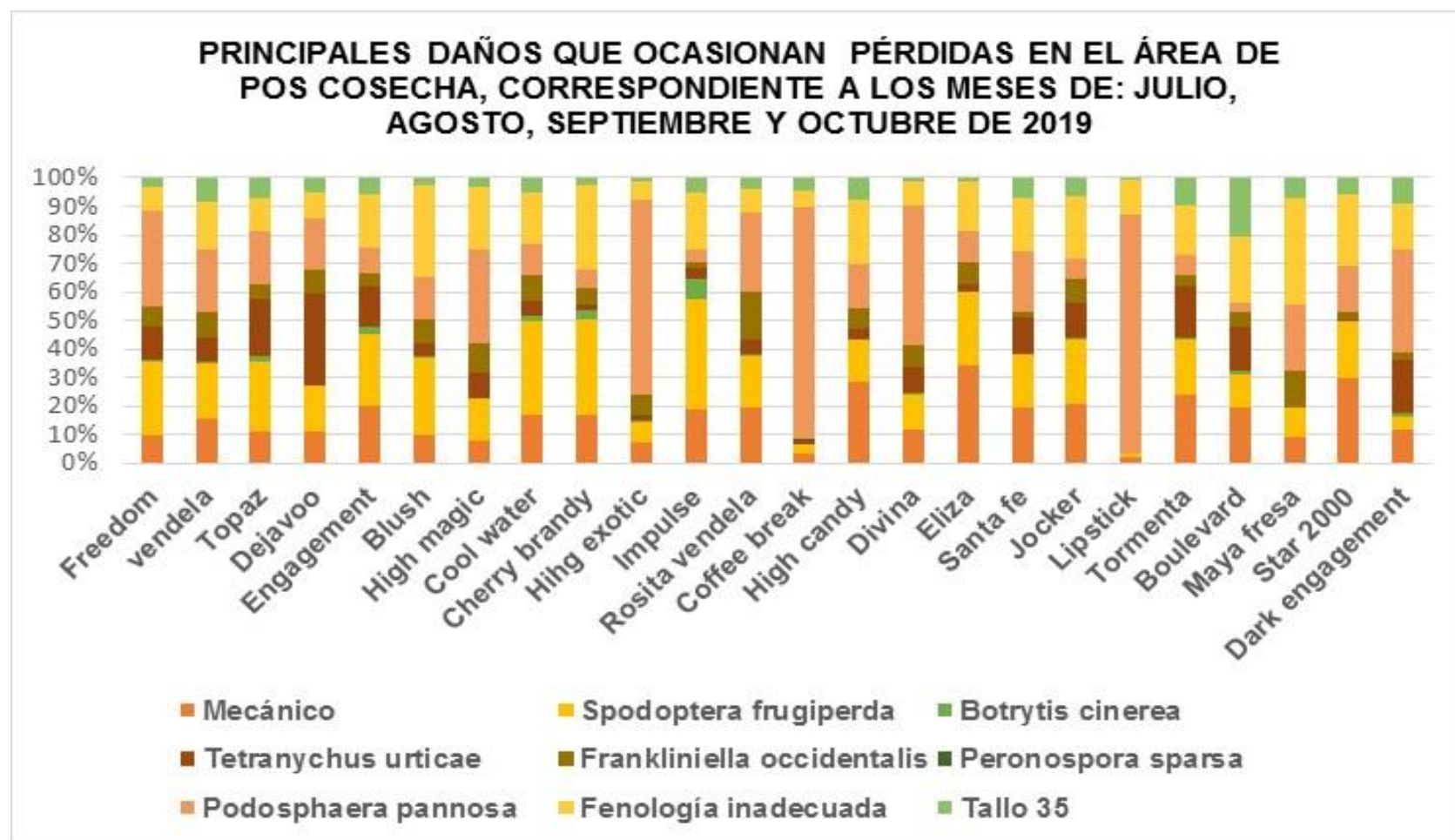
- Tener un registro por variedad de rosas, para evaluar el comportamiento de las plagas y enfermedades, para realizar un control preventivo.
- Disminuir los desechos en el área de pos cosecha para evitar pérdidas en la finca.

3.4.3 Metodología

- Clasificar las rosas por variedad según el daño, diariamente en el área de pos cosecha.
- Realizar el conteo según variedad y daño.
- Llevar el control en el cuaderno de desechos de la finca.
- Pasar los registros a los formatos de Excel.
- Realizar el cuadro resumen y graficas por variedad a cada 15 días.
- Analizar e interpretar la información.

3.4.4 Recursos

Cuaderno, lápiz, calculadora, computadora, hojas y folder.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 59. Gráfica de desechos por variedad de rosas en pos cosecha durante los meses de julio, agosto, septiembre y octubre en la finca Maya Kotz'ij.

Según el cuadro 9 se tuvo un total de tallos con daños de 27,588 lo que corresponde a pérdidas de 1,150 bonches (24 unidades de rosas), equivalente a Q. 28,750.00 poniendo el precio del bonch a Q. 25.00 durante los meses julio, agosto, septiembre y octubre del año 2019. La variedad Freedom es la que presenta mayor porcentaje de perdida con 26.86% por ser la variedad con mayor área de siembra, cosecha y comercialización.

En la gráfica 21 se presentan los daños durante los 4 meses registrados por variedad de rosas. Los de mayor impacto son: mecánico, *Spodoptera frugiperda*, *tetranychus urticae*, *podosphaera pannosa*, fenología inadecuada y tallo 35. Las variedades High exotic, Lipstick y Coffee break son las más susceptibles a *Podosphaera pannosa*.

3.4.6 Evaluación

Los datos obtenidos se presentaron cada 15 días para brindar un mejor manejo fitosanitario y evitar pérdidas. Esto contribuyo a la realización de programas de aspersión.

3.4.7 Anexos

A. Daños en el área de pos cosecha



Figura 60A. Descripción: a. Fenología inadecuada b. Daño por cenicilla c. Daño por gusano

3.5 Bibliografía

1. Agrios, G. N. (2005). *Plant pathology* (5 ed.). New York, USA: Academic Press.
2. Ajcip, R. (2019). Cultivo de rosas. (Loma Alta, San Juan Sacatepéquez, Guatemala: Finca Exportadora de Rosas Maya Kotz'ij, Encargado de campo). (Y. Martinez, Entrevistador) Guatemala.
3. Schoch, C. (2020). *Taxonomía del NCBI*. Obtenido de NCBI. National Center for Biotechnology Information: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi>
4. Schoch, C. L. (2020). *Taxonomía del NCBI: una actualización completa sobre conservación, recursos y herramientas. Base de datos (Oxford): Podosphaera pannosa*. Obtenido de NCBI. National Center for Biotechnology Information: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi>





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 43/2021

EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: ANÁLISIS ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA
CENICILLA EN ROSA (Rosa sp.)
OCASIONADO POR *Podosphaera pannosa*,
EN TRES VARIEDADES, EN LA FINCA MAYA
KOTZ'UJ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ,
GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADO POR LA ESTUDIANTE: YANIRA DABEIBA MARTINEZ GALVEZ

CARNÉ: 201318133

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Dr. David Monterroso Salvatierra
Dr. Ezequiel López
Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido paso a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.

Dr. Ezequiel López
ASESOR ESPECÍFICO

Ing. Agr. Edwin Cano Morales
DOCENTE-ASESOR EPS

Ing. Agr. Carlos Fernando López Balcero
DIRECTOR DEL IIA



CFLB/m
c.c. Archivo