

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS

EVALUACIÓN DE PROGRAMAS DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE *Pseudoperonospora cubensis* EN PEPINO; JALAPA
TESIS DE GRADO

MAX FERNÁNDO LEMUS AGUILAR
CARNET 22714-12

JUTIAPA, AGOSTO DE 2018
SEDE REGIONAL DE JUTIAPA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS

EVALUACIÓN DE PROGRAMAS DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE *Pseudoperonospora cubensis* EN PEPINO; JALAPA
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
MAX FERNÁNDO LEMUS AGUILAR

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN RIEGOS EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO

JUTIAPA, AGOSTO DE 2018
SEDE REGIONAL DE JUTIAPA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA

DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. ARTURO AMILCAR LEMUS CARRILLO

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

Guatemala, 28 de Agosto 2018.

Honorable

Miembros del Consejo

Faculta de Ciencias Ambientales y Agrícolas

Presente

Honorables Miembros del Consejo:

Es un honor dirigirme a ustedes para hacer de su conocimiento que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Max Fernando Lemus Aguilar carnet 2271412, titulado: **“EVALUACION DE PROGRAMAS DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE *Pseudoperonospora cubensis* EN PEPINO; JALAPA”**.

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Arturo Amílcar Lemus Carrillo', written over a horizontal line.

Ing. Agr. Arturo Amílcar Lemus Carrillo, MA

Colegiado No. 5246

Cód. URL 22809



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06989-2018

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante MAX FERNÁNDO LEMUS AGUILAR, Carnet 22714-12 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS, de la Sede de Jutiapa, que consta en el Acta No. 06132-2018 de fecha 20 de agosto de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE PROGRAMAS DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE
Pseudoperonospora cubensis EN PEPINO; JALAPA

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN RIEGOS en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 24 días del mes de agosto del año 2018.

MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A:

Dios por su amor incondicional hacia mi persona y por bendecirme con una familia tan especial y permitirme realizar este sueño tan importante en mi vida.

Mis Padres, Sergio David Lemus Orellana y Rosibel Aguilar Salguero por su apoyo incondicional, motivacional, su paciencia, por guiarme y enseñarme los buenos principios y valores. Muchas Gracias.

Mi Esposa e Hijos y a toda mi familia por brindarme su compañía, su apoyo y su amor sincero, por animarme en cada momento de mi vida.

Universidad Rafael Landívar por ser la casa de estudios superiores y por forjarme como profesional.

Mi Asesor de Tesis, Ing. Arturo Amílcar Lemus Carrillo, por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

DEDICATORIA

A:

Dios:

Por ser un DIOS Único y Maravilloso, por su infinita bendición y su misericordia en mi vida y la de mi familia.

Mis Padres:

Sergio David Lemus Orellana y Rosibel Aguilar Salguero por su apoyo incondicional.

Mi Esposa e Hijos:

Ana Victoria González, María Fernanda Lemus González y Cesar David Lemus González con mucho amor y cariño. Ya que son mi fuente de inspiración para cumplir mis sueños y mis objetivos.

Mis Tíos/as Primos/as:

Que Dios derrame muchas bendiciones y permita seguir gozando de su presencia.

Mis Abuelitos/as:

Muchas bendiciones, con mucho amor y cariño.

Los que me Apoyaron:

Mis amigos/as, compañeros/as Dios les bendiga grandemente.

INDICE GENERAL

Contenido	Pagina
Resumen	x
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Importancia del cultivo de pepino	3
2.2 Morfología del pepino	4
2.2.1 Raíz.....	4
2.2.2 Tallo.....	4
2.2.3 Hoja.	4
2.2.4 Flor.	4
2.2.5 Fruto.	4
2.2.6 Tutor.....	5
2.3 Etapas fenológicas	5
2.4 Requerimientos edafoclimáticas.....	6
2.4.1 Condiciones climáticas.....	6
2.4.2 Condiciones edáficas.....	7
2.5 Mildiu vellosa (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>).....	7
2.5.1 Clasificación taxonómica.	7
2.5.2 El patógeno.	8
2.5.3 Ciclo biológico.....	8
2.5.4 Síntomas de la enfermedad.	9
2.5.5 Desarrollo de la enfermedad.	10
2.6 Control químico.....	10

2.6.1 Características generales del control químico.	10
2.6.2 Historia.	11
2.6.3 Clasificación de los fungicidas.	12
2.6.4 Clases de fungicidas.	12
2.6.5 Resistencia a fungicidas.	16
2.6.6 Tipos de resistencia.	16
2.7 Antecedentes de investigaciones realizadas en el control de mildius.....	16
2.8 Características de los productos químicos a evaluar	17
2.8.1 Fluopicolide + Propamocarb.....	17
2.8.2 Mandipropamid+ Clorotalonil.	18
2.8.3 Pyraclostrobin+ Boscalid.....	18
2.8.4 Cyazofamid.....	19
2.8.5 Clorotalonil.	19
2.8.6 Oxicloruro de Cobre + Mancozeb.....	20
2.8.7 Captan.	20
2.8.8 Ipravalicarb + Propineb..	20
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
3.1 Definición del problema y justificación del trabajo	21
4. OBJETIVOS	22
4.1 General.....	22
4.2 Específicos	22
5. HIPÓTESIS	23
5.1 Hipótesis alterna	23
6. METODOLOGÍA	24
6.1 Localización	24

6.2 Material experimental.....	24
6.2.1 Tropi cuke II.	24
6.2.2 Descripción de los fungicidas.	24
6.3 Descripción de los tratamientos	25
6.3.1 Tratamiento 1.....	26
6.3.2 Tratamiento 2.....	26
6.3.3 Tratamiento 3.....	27
6.3.4 Tratamiento 4.....	27
6.3.5 Tratamiento 5 (Testigo).....	28
6.4 Diseño experimental.....	28
6.5 Modelo estadístico	28
6.6 Unidad experimental.....	28
6.7 Manejo del experimento	29
6.7.1 Preparación del terreno.....	29
6.7.2 Distanciamiento de siembra.....	29
6.7.3 Desinfección del suelo.....	29
6.7.4 Siembra.....	30
6.7.5 Fertilización.	30
6.7.7 Tutorado.....	31
6.7.8 Control de enfermedades..	31
6.7.9 Control de plagas.....	31
7. Cosecha	32
8. Variables respuesta	32
8.1 Incidencia	32
8.2 Porcentaje de severidad	33

8.3 Eficacia de control.....	34
8.4 Rendimiento de pepino en kg/ha	34
8.5 Relación beneficio / costo	34
9 Análisis de la información	35
9.1 Análisis estadístico	35
9.2 Análisis económico.....	35
9.3 Presupuestos parciales	35
10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
10.1 Incidencia de <i>Pseudoperonospora cubensis</i>	36
10.1.1 Incidencia de <i>Pseudoperonospora cubensis</i> a los 26 DDS.....	37
10.1.2 Incidencia de <i>Pseudoperonospora cubensis</i> a los 33 dds.....	38
10.1.3 Incidencia de <i>Pseudoperonospora cubensis</i> a los 40 DDS..	40
10.2.1 Porcentaje de severidad de <i>Pseudoperonospora cubensis</i> a los 45 dds.	43
10.2.2 Porcentaje de severidad de <i>Pseudoperonospora cubensis</i> a los 50 dds..	45
10.2.3 Porcentaje de severidad de <i>Pseudoperonospora cubensis</i> a los 75 dds..	46
10.2.4 Porcentaje de severidad de <i>Pseudoperonospora cubensis</i> a los 80 dds	48
10.3 Eficacia de control de <i>Pseudoperonospora cubensis</i>	50
10.4 Rendimiento total en kg/ha	51
10.4.1 Rendimiento por categoría en kg/ha.....	53
10.4.2 Distribución de los frutos por categorías en kg/ha y porcentaje.....	57
10.5 Análisis económico.....	58
11. CONCLUSIONES	60
12. RECOMENDACIONES	61
13. BIBLIOGRAFÍA.....	62
14. ANEXOS	65

15.	CRONOGRAMA DE TRABAJO.....	72
-----	----------------------------	----

INDICE DE CUADROS

Tabla 1.	Principales países productores de pepino (t).....	3
Tabla 2.	Descripción del ciclo fenológico del pepino.....	5
Tabla 3.	Tipos de Fungicidas por su nivel de toxicidad.....	12
Tabla 4.	Fungicidas utilizados para el control de mildiu veloso en pepino.	24
Tabla 5.	Descripción de los Tratamientos.	25
Tabla 6.	Presentación del programa de fungicidas tratamiento 1.....	26
Tabla 7.	Presentación del programa de fungicidas tratamiento 2.....	26
Tabla 8.	Presentación del programa de fungicidas tratamiento 3.....	27
Tabla 9.	Presentación del programa de fungicidas tratamiento 4.....	27
Tabla 10.	Croquis De Campo.	29
Tabla 11.	Programa de fertilización para el cultivo de Pepino.....	30
Tabla 12.	Control de Plagas.....	32
Tabla 13.	Comportamiento del porcentaje de incidencia de mildiu veloso.	37
Tabla 14.	Análisis de varianza para el variable porcentaje de incidencia a los 26 días.....	38
Tabla 15.	Análisis de varianza para la variable porcentaje de incidencia a los 33 días.....	39
Tabla 16.	Agrupación prueba múltiple de medias para % de incidencia a los 33 dds.....	39
Tabla 17.	Análisis de varianza para el variable porcentaje de incidencia a los 40 días.....	40
Tabla 18.	Agrupación prueba múltiple de medias para % de incidencia a los 40 dds.....	41
Tabla 19.	Comportamiento del porcentaje de severidad de mildiu veloso.	42
Tabla 20.	Análisis de varianza para la variable porcentaje de severidad a los 45 días.....	44
Tabla 21.	Agrupación prueba múltiple de medias para % de severidad a los 45 dds.....	44
Tabla 22.	Análisis de varianza para la variable porcentaje de severidad a los 50 días.....	45
Tabla 23.	Agrupación prueba múltiple de medias para % de severidad a los 50 dds.....	46
Tabla 24.	Análisis de varianza para la variable porcentaje de severidad a los 75 días.....	47
Tabla 25.	Agrupación prueba múltiple de medias para % de severidad a los 75 dds.....	47
Tabla 26.	Análisis de varianza para la variable porcentaje de severidad a los 80 días.....	48

Tabla 27. Agrupación prueba múltiple de medias para % de severidad a los 80 dds.....	49
Tabla 28. Porcentaje de efectividad de los tratamientos.	50
Tabla 29. Análisis de varianza para la variable rendimiento total de fruto en kg/ha.....	52
Tabla 30. Agrupación prueba múltiple de medias rendimiento total de fruto en kg/ha.....	52
Tabla 31. Análisis de varianza para rendimiento de frutos de primera categoría.	53
Tabla 32. Agrupación prueba múltiple de medias rendimiento de fruto de primera categoría en kg/ha.	54
Tabla 33. Análisis de varianza para la variable frutos de segunda categoría.	55
Tabla 34. Agrupación prueba múltiple de medias rendimiento fruto de segunda categoría en kg/ha.	55
Tabla 35. Análisis de varianza para la variable fruto de tercera categoría.....	56
Tabla 36. Agrupación prueba múltiple de medias rendimiento de fruto de tercera categoría en kg/ha.	56
Tabla 37. Valores de rendimiento en kg/ha y porcentaje.	57
Tabla 38. Comparativo de las utilidades/ha que presentaron los cuatro tratamientos.	59
Tabla 39. Prueba de Shapiro-Wilks.	65
Tabla 40. Fechas de toma de lecturas.	67

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ciclo patológico de Pseudoperonospora Cubensis (CNSV, 2006).</i>	9
<i>Figura 2. Escala de medición de Severidad (CNSV, 2006).</i>	33
<i>Figura 3. Comportamiento de la incidencia de Pseudoperonospora cubensis.</i>	37
<i>Figura 4. Comportamiento de la severidad de Pseudoperonospora cubensis</i>	43
<i>Figura 5. Comportamiento de la eficacia de control.</i>	51
<i>Figura 6. Parcela Bruta.</i>	65
<i>Figura 7. Parcela Neta.</i>	66
<i>Figura 8. Características de la unidad experimental.</i>	66
<i>Figura 9. Área del ensayo experimental.</i>	67
<i>Figura 10. Ataque del patógeno e identificación de la enfermedad 26 dds, 18/05/17.</i>	67

<i>Figura 11.</i> Tratamiento 1 (Fungicidas Sistémicos-protectantes) Vrs Testigo 55 dds.	68
<i>Figura 12.</i> Testigo Vrs Tratamiento 4 (Fungicidas Sistémicos) 60 dds	68
<i>Figura 13.</i> Testigo Vrs Tratamiento 4 (Fungicidas Sistémicos) 60 dds	68
<i>Figura 14.</i> Testigo Vrs Tratamiento 4 (Fungicidas Sistémicos) 70 dds.	69
<i>Figura 15.</i> Tratamiento 2 (Fungicidas Sistémicos-protectantes) Vrs Testigo 75 dds.	70
<i>Figura 16.</i> Recolectando datos de cosecha.	70
<i>Figura 17.</i> Recolectando datos de cosecha de primera, segunda y tercera categoría.	71

EVALUACION DE PROGRAMAS DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE *Pseudoperonospora cubensis* EN PEPINO; JALAPA

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la eficacia de control de cuatro programas de fungicidas sistémicos (Fluopicolide+ Propamocarb, Mandipropamid+Clorotalonil, Pyraclostrobin+ Boscalid, Cyazofamid), y protectantes (Clorotalonil, Ipravalicarb+ Propineb, Oxicloruro de Cobre+ Mancozeb, Captan) para el control de Mildiu Velloso (*Pseudoperonospora cubensis*) en el cultivo de Pepino, dicha evaluación se realizó en el municipio de Monjas del departamento de Jalapa. Se usó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, a los 10 días después de la siembra se realizó la primera aplicación de los fungicidas en los cuatro tratamientos, se realizaron aplicaciones con intervalos de 8,10 y 12 días hasta los 76 días después de la siembra en el cual se realizó la última aplicación, las variables evaluadas fueron Incidencia, Severidad, Efectividad de los tratamientos, rendimiento total de fruto por categoría (primera, segunda y tercera), análisis económico a través de la relación beneficio/costo para cada uno de los tratamientos. Se concluyó que el tratamiento 4 con el programa de fungicidas sistémicos y el tratamiento 2 con el programa de fungicidas sistémicos-protectantes tuvieron mayor eficacia en el control de mildiu velloso y mayor rendimiento en la producción y por lo tanto mejor relación beneficio/costo, ya que se evidenciaron cambios estadísticamente significativos desde la segunda lectura, en el cual cuantifico menor % de Severidad, seguido el tratamiento 1 y 3. Por lo tanto se recomienda usar los fungicidas Sistémicos-Protectantes alternados entre sí para no crear resistencia cruzada o múltiple.

1. INTRODUCCIÓN

El pepino (*Cucumis sativus*. L.), se cultiva prácticamente en todo el mundo en los países templados durante el invierno; A nivel mundial se siembran más de 818,000 hectáreas y su producción rebasa las 10 782 000 toneladas (FAO, 2008).

El pepino, por ser una especie de origen tropical, exige temperaturas elevadas y humedad relativa alta., se cultiva desde las zonas costeras hasta los 1,200 m sobre el nivel del mar. Mayor a 40°C (Bio-nica, 2009).

El pepino en los ambientes tropicales es atacado por un gran número de patógenos debido a las condiciones climáticas intrínsecas que favorecen al desarrollo de las enfermedades, siendo estas un importante factor reductor del rendimiento potencial del cultivo, en el Valle de monjas se siembran aproximadamente 150 ha anuales, resultando en pérdidas de rendimiento estimadas entre un 60% de pérdida en el cultivo.

El Mildiu Velloso (*Pseudoperonospora Cubensis*) es una enfermedad que ataca específicamente al pepino y puede variar con el hospedante y las condiciones ambientales. Por lo general, el primer síntoma es la aparición en el haz de la hoja de pequeñas áreas indistintas de color verde pálido. Con el progreso de la enfermedad, estas áreas se hacen amarillo cloróticas. En la medida en que la enfermedad progresa, las manchas se vuelven pardas y se necrosan y causa una disminución de un 60-80% de la producción por ha (Centro Nacional de Sanidad Vegetal, CNSV,2006).

La presencia del Mildiu velloso en pepino debe ser considerada de gran importancia por el productor. Una vez iniciada la infección, hay que combatir fuertemente al hongo, Los métodos de control son la forma más efectiva de manejar este patógeno destructor de las cucurbitáceas.

Los fungicidas son productos fitosanitarios que actúan sobre hongos patógenos, los fungicidas son una herramienta importante dentro de cualquier cultivo por lo cual se debe tener el conocimiento de las propiedades de cada fungicida a usar.

En los últimos años ha ido en aumento debido a la resistencia que se le está dando a la enfermedad, porque inciden varios factores como los cambios en la tecnología del cultivo y la falta de remoción de suelo.

Es por tal razón que se realizó la evaluación de fungicidas que en la actualidad se están utilizando y moléculas nuevas que garanticen un manejo adecuado y seguro de los fungicidas, en este caso se evaluaron 4 programas de fungicidas sistémicos y protectantes para romper el ciclo del patógeno y no crear resistencia, existen diferentes grupos químicos que poseen un riesgo alto de crear resistencia, están los Benzimidazoles, Dicarboximidas, Phenylamidas y Estrobilurinas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Importancia del cultivo de pepino

El pepino (*Cucumis sativus*. L.), se cultiva prácticamente en todo el mundo en los países templados durante el invierno; se lleva a cabo bajo invernaderos se cotiza a un alto precio en determinados meses del año. A nivel mundial se siembran más de 818 000 hectáreas y su producción rebasa las 10 782 000 toneladas. La producción de pepino se destina al consumo en forma fresca y a la industria para la elaboración de encurtidos y cremas de belleza.

El principal productor a nivel mundial es China con más de 23 millones de toneladas al año, le sigue Turquía con casi dos millones, Irán y Estados Unidos con casi millón y medio cada uno y España con algo más de medio millón de toneladas anuales (FAO, 2008).

Tabla 1.

Principales países productores de pepino (t)

Países	2004	2005	2006	2007	2008
China	25,559.51	26, 553,36	27,354.94	28,049.90	28,247.37
Irán	1,715.02	1,720.69	1,938.49	1,720.00	1,800.00
Turquía	1,725.00	1,745.00	1,799.61	1,674.58	1,678.77
Rusia	1,321.87	1,414.01	1,423.21	1,386.81	1,000.00
EE.UU	994.66	929.52	908.17	930.97	963.00
Ucrania	712.50	687.90	890.40	599.20	751.50
Japón	672.90	674.70	628.50	639.80	639.80
Egipto	583.11	600.00	907.28	671.46	595.73
Polonia	463.82	468.46	491.90	511.35	501.57
México	518.38	475.44	496.02	490.21	475.37

(FAO,2008)

2.2 Morfología del pepino

2.2.1 Raíz. El sistema radicular consiste en una fuerte raíz principal que alcanza de 1 - 1.20 metros de largo, ramificándose en todas las direcciones principalmente entre los primeros 25 a 30 cm del suelo (Infoagro, 2010).

2.2.2 Tallo. Sus tallos son rastreros, postrados y con zarcillos, con un eje principal que da origen a varias ramas laterales principalmente en la base, entre los 20 y 30 primeros centímetros. Son trepadores, llegando a alcanzar de longitud hasta 3.5 m en condiciones normales (Infoagro, 2010).

2.2.3 Hoja. Las hojas son simples, acorazonadas, alternas, pero opuestas a los zarcillos. Posee de 3 a 5 lóbulos angulados y triangulares, de epidermis con cutícula delgada, por lo que no resiste evaporación excesiva (Infoagro, 2010).

2.2.4 Flor. Es una planta monoica, dos sexos en la misma planta, de polinización cruzada. Algunas variedades presentan flores hermafroditas. Las flores se sitúan en las axilas de las hojas en racimos y sus pétalos son de color amarillo. Estos tres tipos de flores ocurren en diferentes proporciones, dependiendo del cultivar. Al inicio de la floración, normalmente se presentan sólo flores masculinas, en la parte media de la planta están en igual proporción las flores masculinas y femeninas, en la parte superior de la planta existen predominantemente flores femeninas. Los días cortos, temperaturas bajas y suficiente agua, inducen a la formación de mayor número de flores femeninas y los días largos, altas temperaturas, sequía, llevan a la formación de flores masculinas (Infoagro, 2010).

La polinización se efectúa a nivel de campo principalmente a través de insectos (abejas). En los híbridos de tendencia ginoica, al haber cruce por abejas, pero insuficiente polinización, se producen deformaciones de los frutos, volviéndose no comercializables (Infoagro, 2010).

2.2.5 Fruto. Se considera como una baya falsa (pepónide), alargado, mide aproximadamente entre 15 y 35 cm de longitud. Además es un fruto carnoso, más o menos cilíndrico, exteriormente de color verde, amarillo o blanco e interiormente de carne blanca.

Contiene numerosas semillas ovaladas de color blanco amarillento. En estadios jóvenes, los frutos presentan en su superficie espinas de color blanco o negro (Infoagro, 2010).

2.2.6 Tutor. El crecimiento de la planta de pepino en un tutor, ayuda a aprovechar mejor el terreno, facilita las labores de cultivo (aporca, deshierba y aplicación de agroquímicos), aumenta la ventilación, facilita la cosecha y mejora la calidad del fruto en cuanto a sanidad y apariencia.

El tutor para pepino consiste en un conjunto de postes cada 3 m, con dos líneas de alambre a 0.8 a 1.3 m de altura, en los cuales se amarran las guías con pabito (Infoagro, 2010).

2.3 Etapas fenológicas

Bajo las condiciones climáticas promedio de Guatemala, el pepino presenta un ciclo fenológico.

Tabla 2.

Descripción del ciclo fenológico del pepino.

Estado Fenológico	Días después de la siembra
Emergencia	4-6
Inicio de emisión de guías	15-24
Inicio de floración	27-34
Inicio de cosecha	43-50
Fin de cosecha	75-90

(Infoagro, 2010)

Como se observa el ciclo del pepino es corto y que puede variar de una localidad a otra dependiendo de las condiciones edafoclimáticas, variedad y manejo.

2.4 Requerimientos edafoclimáticas

2.4.1 Condiciones climáticas. El pepino, por ser una especie de origen tropical, exige temperaturas elevadas y humedad relativa alta. Sin embargo, se adapta a climas cálidos y templados, se cultiva desde las zonas costeras hasta los 1,200 m sobre el nivel del mar. Mayor a 40°C el crecimiento se detiene, con temperaturas inferiores a 14°C, el crecimiento cesa y en caso de prolongarse esta temperatura, se caen las flores femeninas (Bio-nica, 2009).

La planta muere cuando la temperatura desciende a menos de 1°C, comenzando con un marchitamiento general de muy difícil recuperación. Respecto a la humedad relativa del aire, el cultivo es muy exigente, a excepción del período de recolección, período en que la planta se hace más susceptible a algunas enfermedades fungosas, que prosperan con humedad relativa alta (Bio-nica, 2009).

La precipitación así como la humedad, deben ser relativamente bajas, de manera que reduzca la incidencia de enfermedades. La calidad de los frutos en áreas húmedas es más baja que la de zonas secas. Es aconsejable establecer el cultivo en terrenos bien soleados, debido que una alta intensidad de luz estimula la fecundación de las flores, mientras que una baja intensidad de luz, la reduce (Bio-nica, 2009).

Los vientos con varias horas de duración con más de 30 km/h de velocidad, aceleran la pérdida de agua de la planta, al bajar la humedad relativa del aire; aumentando las exigencias hídricas de la planta, se reduce la fecundación por menor humedad de los estilos florales. En definitiva provoca detención de crecimiento, reduce la producción y acelera la senescencia de la planta, al dañar follaje, especialmente tallos y hojas. Debe cultivarse en sitios resguardados del viento, o disponer de cortinas rompe vientos (Bio-nica, 2009).

2.4.2 Condiciones edáficas. El pepino se puede cultivar en una amplia gama de suelos fértiles y bien drenados, desde los arenosos hasta los franco-arcillosos, aunque los suelos francos que poseen abundante materia orgánica son los ideales para su desarrollo. Se debe contar con una profundidad efectiva mayor de 60 cm que facilite la retención del agua y el crecimiento del sistema radicular para lograr un buen desarrollo y excelentes rendimientos (Bio-nica, 2009).

En cuanto a pH, el cultivo se adapta a un rango de 5.5-6.8, soportando incluso hasta de 7.5, se deben evitar los suelos ácidos con pH menores de 5.5 (Bio-nica, 2009).

Si se cultiva bajo condiciones de riego por surcos, es básico considerar la topografía del terreno teniendo presente que las pendientes deben ser uniformes y poco pronunciadas (0.1-2%). Las pendientes desuniformes ocasionan riegos ineficientes y las pendientes pronunciadas aumentan la velocidad del agua, con lo cual se aumenta el riesgo de erosión (Bio-nica, 2009).

2.5 Mildiu velloso (*Pseudoperonospora cubensis*)

2.5.1 Clasificación taxonómica.

Reino: *Chromista*

Clase: *Oomycetes*

Orden: *Peronosporales*

Familia: *Peronosporaceae*

Género: *Pseudoperonospora*

Especie: *cubensis*

2.5.2 El patógeno. Los mildius forman esporangios sobre esporangióforos, éstos difieren del micelio debido a su forma de ramificarse. Los esporangios se localizan en las puntas de las ramas. Cada uno de los géneros de los mildius tiene una forma característica de ramificación de sus esporangióforos, de ahí que esto constituya un criterio que se utiliza para su identificación. En un principio, los esporangióforos casi siempre son largos y blancos y emergen en grupos a través de los estomas de los tejidos de la planta. Más tarde, adquieren una tonalidad grisácea o café clara y forman una matriz visible constituida por las hifas del hongo en la superficie inferior de las hojas (o en ambas superficies de ellas) o bien sobre otros tejidos infectados. Cada esporangióforo crece hasta llegar a la madurez y entonces produce varios esporangios casi simultáneamente (Agrios, 1980).

En la mayoría de los mildius, los esporangios germinan casi siempre mediante zoosporas o, a temperaturas más altas, mediante tubos germinales (Agrios, 1980).

2.5.3 Ciclo biológico. El patógeno que causa el mildiu es un tipo de molde de agua y se clasifica como más estrechamente relacionados con las algas que a los hongos. Otros patógenos igualmente clasificadas como *Phytophthora spp.* y especies de *Pythium*. El mildiú velloso puede extenderse por dos tipos diferentes de esporas. Un tipo, zoosporas, se mueve a través del agua. También son fácilmente arrastrados por el viento cuando está contenido en una estructura más grande llamado un esporangio. La enfermedad se transmite por las salpicaduras de irrigación aérea, la lluvia y el viento. El otro tipo de esporas, oosporas, se forma dentro de los tejidos vegetales donde pueden sobrevivir durante años. Mildiu es muy agresivo y puede propagarse rápidamente (Centro Nacional de Sanidad Vegetal, CNSV, 2006).

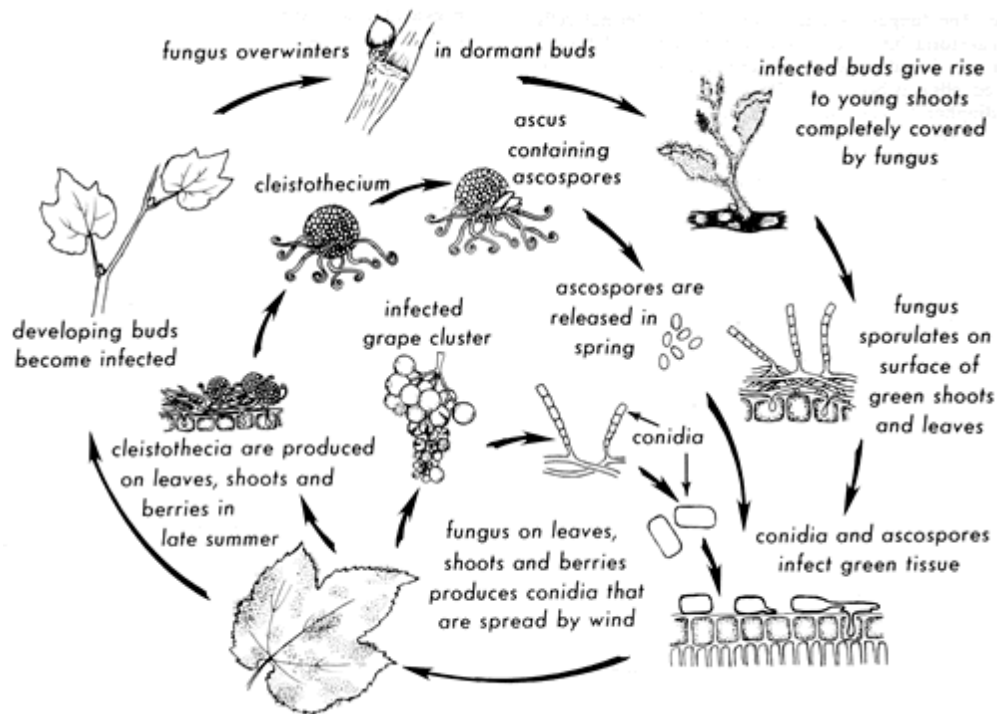


Figura 1. Ciclo patológico de *Pseudoperonospora Cubensis* (CNSV, 2006).

2.5.4 Síntomas de la enfermedad. Los síntomas de la enfermedad pueden variar con el hospedante y las condiciones ambientales. Por lo general, el primer síntoma es la aparición en el haz de la hoja de pequeñas áreas indistintas de color verde pálido, que se parecen a las de un mosaico, de forma irregular y limitadas por las nervaduras. Con el progreso de la enfermedad, estas áreas se hacen amarillo cloróticas. En el envés, en las zonas afectadas que corresponden a las manchas del haz, aparece en forma de moho una masa de esporangióforos y esporangios de color gris azulado que con el tiempo pasa a cenizo. En la medida en que la enfermedad progresa, las manchas se vuelven pardas y se necrosan. Además, se puede producir un achaparramiento y la muerte de la planta; fundamentalmente esto se observa en el pepino. En sandía, calabaza y melón las manchas son menos definidas, más redondeadas y con los bordes más difusos (CNSV,2006).

2.5.5 Desarrollo de la enfermedad. El hongo puede permanecer en el suelo o sobre restos de plantas. Las infecciones primarias son originadas por estructuras llamadas esporangios, los cuales son diseminados principalmente por el agua de lluvia o de regadío y por el viento, pero también por utensilios contaminados, por los trabajadores, los insectos etc. Las condiciones de elevada humedad (lluvias persistentes, rocío, niebla) favorecen la infección por parte del patógeno y la difusión de la enfermedad. Cuando una película de agua está presente sobre la hoja, los esporangios germinan y liberan otro tipo de esporas móviles (zoosporas), que a su vez germinan y penetran en la hoja. La infección es muy dependiente de la temperatura, pudiendo realizarse en solo 2 horas a 20 °C o en 12 horas de 10 a 15 °C. Después de su dispersión, la infectividad de estas esporas disminuye significativamente con la temperatura y pierden su vitalidad cuando se secan (CNSV,2006).

La infección puede tener lugar bajo un abanico muy amplio de temperaturas, aunque el óptimo está entre 16 y 22 °C. Después de la infección, el hongo crece intercelularmente en el mesófilo. Una nueva generación de esporangios es producida en 4 a 12 días dependiendo de la temperatura y la duración del día (CNSV,2006).

2.6 Control químico

2.6.1 Características generales del control químico. De acuerdo a la Cámara de Sanidad Agropecuaria y de Fertilizantes-CASAFE- (2009), los fungicidas son productos fitosanitarios que actúan sobre hongos patógenos, organismos parásitos, capaces de producir enfermedades criptogámicas. Los hongos que subsisten a expensas de organismos vegetales pueden reducir considerablemente los rendimientos agrícolas. En cuanto al tipo de aplicación que se puede realizar con los fungicidas encontramos:

a) Tratamiento de suelo: para el control de hongos que parasitan órganos subterráneos y/o semillas en germinación.

b) Tratamiento de semillas: es un tratamiento preventivo que se realiza a la semilla previa a la siembra para controlar los hongos presentes en el suelo.

c) Tratamiento a las plantas: para controlar enfermedades provocadas por hongos que afecten a tallos, hojas, flores y frutos.

En este caso según CASAFE (2009) se distinguen dos tipos de fungicidas:

De contacto: Actúan en el lugar donde hacen contacto con la planta, y no son capaces de penetrar en el interior del vegetal. Estos controlan hongos epífitos, es decir de desarrollo externo, como por ejemplo el Oídio. Se reconocen fácilmente por el micelio, masa algodonosa externa.

Sistémicos: Atraviesan la cutícula y traslocan vía floema hacia otros puntos distantes de la planta. Estos controlan hongos endófitos, o de crecimiento interno. Si bien pueden producir un micelio, el desarrollo de la enfermedad se da hacia el interior de la planta, provocando síntomas de clorosis, manchas, moteados, etc. Que en muchos casos pueden hasta asimilarse o confundirse con una deficiencia nutricional.

De acuerdo a CASAFE (2009), los tratamientos fungicidas pueden ser de dos tipos:

Preventivos: Previenen la germinación de las esporas y posterior infección. Se utilizan fungicidas de contacto.

Curativos: Cuando se debe controlar un micelio ya formado. Se utilizan fungicidas de contacto para epífitos y sistémicos para endófitos.

2.6.2 Historia. En 1934 se descubrió la actividad fungicida de los ditiocarbamatos y bisditiocarbamatos y posteriormente se desarrollaron otros fungicidas todos estos denominados al presente como fungicidas de contacto (no sistémicos). Una nueva era en el control químico comenzó en 1976 con el lanzamiento de cimoxanil, la era de los fungicidas sistémicos (Fernández, 1999).

Los fungicidas sistémicos se iniciaron con el desarrollo de las oxantinas, que son eficientes. En 1984 se introdujeron las fenilamidas, que son específicas para ficomicetes. En 1988 aparecieron los benzimidazoles, fungicidas eficientes contra hongos de los grupos deuteromicetes, ascomicetes y basidiomicetes. En 1988 se desarrollaron también los inhibidores de ergosterol, que controlan los mismos grupos de hongos que los benzimidazoles. A fines de los ochenta se sintetizan las estrobilurinas que se derivan de compuestos naturales producidos por hongos del orden agaricales, los cuales son fungicidas que controlan la mayoría de los grupos de hongos. Al momento, hay mucho interés en la síntesis de fungicidas orgánicos derivados de plantas (Fernández, 1999).

2.6.3 Clasificación de los fungicidas. Actualmente los fungicidas son una herramienta importante dentro de cualquier cultivo por lo cual se debe tener el conocimiento de las propiedades de cada fungicida a usar. Las características que se deben tener en cuenta en un fungicida son su toxicidad, naturaleza química, el momento de aplicación, el sitio de aplicación, su modo de acción en el hospedante así como también su mecanismo de acción en el patógeno.

Tabla 3.

Tipos de Fungicidas por su nivel de toxicidad.

Categoría I	Categoría II	Categoría III
Toxicidad Alta	Toxicidad Media	Toxicidad Baja
DL50: 0.050 mg	DL50: 50-500 mg	DL50: superior a 500 mg
productos muy peligrosos	Medianamente peligroso	Manejar con precaucion

(Patiño y Rodriquez, 2001)

2.6.4 Clases de fungicidas.

a) **Compuestos de cobre:** Estos fungicidas inactivan las proteínas (enzimas) (Pumisacho y Sherwood, 2002).

b) **Compuestos de azufre:** Se caracterizan por inhibir la síntesis del ATP (transporte de electrones). Son de amplio espectro, pero se les utiliza mayormente para el control de los mildius. Son fitotóxicos a altas temperaturas (Pumisacho y Sherwood, 2002).

c) **Compuestos estañados:** Este compuesto exhibe un importante efecto antiesporulante (Schwinn, F. 1991).

d) **Ditiocarbamatos:** Se caracterizan por inhibir diferentes enzimas y por lo tanto simultáneamente tienen efecto en funciones celulares (Pumisacho y Sherwood, 2002).

e) **Compuestos aromáticos o Phthalonitrilos:** El modo de acción de estos fungicidas son protectantes contra oomicetos (Pumisacho y Sherwood, 2002).

f) **Compuestos heterocíclicos o Phthalamidas:** Inhiben la respiración y generalmente se usan para la desinfección del suelo (Pumisacho y Sherwood, 2002).

g) **Dicarboximidas:** Tienen acción selectiva para las familias del hongo Moniliaceae y Sclerotiniaceae (Pumisacho y Sherwood, 2002).

h) **Oxantinas:** Son los primeros fungicidas sistémicos que se desarrollaron. Inhiben la enzima ácido succinico deshidrogenasa. Tienen transporte apoplástico, y son eficientes para el control de basidiomicetes (Pumisacho y Sherwood, 2002).

i) **Phenylamidas:** Inhiben la enzima RNA polimerasa y son específicos y eficaces para el control de ficomicetes (Phytophthora, Pythium y los hongos que producen mildius). Estos fungicidas tienen transporte apoplástico (Pumisacho y Sherwood, 2002).

j) **Benzimidazoles:** Inhiben la síntesis del túbulin en la mitosis. Son fungicidas de amplio espectro, y actúan sobre ascomicetes y deuteromicetes. Los ficomicetes (*Phytophthora* y *Pythium*) son insensitivos (Pumisacho y Sherwood, 2002).

k) **Inhibidores de la biosíntesis de ergosterol:** Inhiben la biosíntesis del ergosterol. Tienen acción preventiva y curativa. Son de amplio espectro como grupo y actúan sobre los ascomicetes, basidiomicetes y deuteromicetes, pero individualmente pueden ser específicos. Por su especificidad, dosis de aplicación baja, niveles bajos de toxicidad para mamíferos y su acción terapéutica, estos fungicidas son ideales para ser usados en programas de manejo integrado de enfermedades (Pumisacho y Sherwood, 2002).

l) **Estrobirulinas:** Son de origen natural que se derivan de compuestos producidos por hongos del orden agaricales. Estos inhiben la formación de ATP en la respiración. Son productos que tienen niveles de toxicidad bajos para los mamíferos, son aplicados en dosis bajas y tienen acción terapéutica, por lo que son adecuados para ser usados en programas de manejo integrado de enfermedades (Pumisacho y Sherwood, 2002).

m) **El fosetil aluminio o fosfitos:** Es de acción indirecta que estimula la síntesis de fenol y de las fitoalexinas (productos naturales que inhiben a los hongos) en la planta, aunque también se ha observado cierta acción fungistática. Es un fungicida específico para ficomicetes (*Phytophthora* y *Pythium*) y es el único hasta el momento que tiene movimiento apoplástico y simplástico (Pumisacho y Sherwood, 2002).

n) **Acetamidas:** Tienen un espectro de acción muy selectivo, es eficaz para el control de oomicetes, Se caracteriza por tener un sistema local o translocación translaminar. Aunque estudios sobre *Botrytis cinerea* mostraron una acción sobre la síntesis del ácido ribonucleico (ARN) (Egan, A.1995).

o) **Carbamatos:** Presenta un movimiento translaminar en las hojas, dentro del follaje, tiene poca actividad contra la germinación de los esporangios y limitada actividad curativa. Es un fungistático que interfiere en las funciones de la membrana celular (Egan, A.1995).

p) **Derivados del ácido Cinnámico:** Presenta una traslación translaminar y sistemicidad local. Además reportan que tiene una excelente actividad antiesporulante y es efectivo previniendo la producción de esporangios y oósporas. (Egan, A. 1995).

q) **Cyanoimidazole:** Posee un espectro de acción local, actúa en todas las bases biológicas del hongo, además es un arma excelente en el manejo de la resistencia, no es sistémico (Biosciences, 2013).

r) **Mandelamidas:** Están dentro del grupo de las Amidas del Ácido Carboxílico (CAA). Es un fungicida altamente eficaz contra los hongos Oomicetos que producen los mildius, su modo de acción bioquímico principal la inhibición de la síntesis de la celulosa de la pared celular de los hongos. Es muy activo sobre la germinación de las esporas, inhibe también el crecimiento del micelio durante la fase de incubación de la enfermedad (Syngenta, 2003).

s) **Acylpicolides:** Contiene un nuevo mecanismo de acción. Este únicos conjuntos activos un nuevo estándar en la lucha contra Oomicetes, tiene fuertes propiedades translaminares. Cuando se aplica a la lado superior de la lámina también protege el rápidamente la parte inferior de la hoja. También migra la sustancia activa desde la base de la hoja y el pecíolo de la hoja de tejido. Esto proporciona asegurar que el nuevo crecimiento está bien protegido durante el intervalo de inyección (Bayer, 2014).

2.6.5 Resistencia a fungicidas. Cepas resistentes a fungicidas se desarrollan espontáneamente en baja frecuencia en la naturaleza. La utilización de un fungicida específico actúa como medio de selección y cuando se abusa de la utilización de este fungicida la cepa resistente se vuelve predominante. La resistencia a fungicidas se presenta básicamente para los fungicidas que tienen mecanismos de acción muy específicos como el caso de las benzimidazoles y phenylamidas. Para evitar el establecimiento de cepas resistentes se debe monitorear el desarrollo de la resistencia, alternar el uso de fungicidas de diferente modo de acción, evitar el uso de fungicidas en forma curativa y manejar las enfermedades bajo el concepto del manejo integrado (Pumisacho y Sherwood, 2002).

2.6.6 Tipos de resistencia. La resistencia a fungicidas puede ser cruzada y múltiple. La resistencia cruzada es aquella en la cual las poblaciones de hongos son resistentes a los fungicidas de un mismo grupo químico, mientras que la resistencia múltiple se da cuando las poblaciones de hongos son resistentes a los fungicidas de más de un grupo químico. El riesgo de resistencia de la enfermedad presente al fungicida dependerá esencialmente de la clase química a la que el fungicida pertenezca (Carmona, 2010).

2.7 Antecedentes de investigaciones realizadas en el control de mildius

Lara (2013) evaluó la Resistencia A Mildiu Velloso (*Pseudoperonospora cubensis*) (Berk. Y Curt.) Rostw. De Cuatro Híbridos De Pepino, de los híbridos utilizados dos de ellos sobresalieron en el experimento con respecto a la enfermedad. Estos fueron (Slice More y Thunderbird). Los otros dos son Calypso y Turbo los cuales fueron más susceptible a las enfermedades y su vigor fue poco a comparación con las ya antes mencionadas.

Reyes, Costolla, Badia y Fabado (1997) evaluaron dos estrobilurinas para el control de mildiu en el cultivo de vid, se desprende que las dos estrobilurinas estudiadas, azoxistrobin (Az) y kresoxim-metil, son altamente eficaces en la lucha contra el oídio de la vid con eficacia igual o superior a los fungicidas convencionales. Adicionalmente, el azoxistrobin puede ser eficaz para el control del mildiu de la vid. Ambos también pueden mostrarse eficaces contra otras enfermedades secundarias del viñedo.

Cardenas (2011) evaluó la utilización de productos genéricos para controlar mildiu veloso en el cultivo de rosas, los productos genéricos (Metalaxil, Cimoxanil, Propanocarb) tuvieron efecto sobre el control de la enfermedad, los datos indicaron que se reflejó en la cantidad de hojas sanas de la plantación.

Méndez, Arauz y Ríos (2010) evaluaron fungicidas convencionales e inductores de resistencia para el combate de mildiu veloso en el cultivo de melón, los fungicidas utilizados (Fosfito, Metalaxil, Clorotalonil, Mancozeb y Dimethomorph). Este análisis permitió establecer que el fosfito mejoró significativamente la eficacia de los fungicidas dimethomorph y metalaxil. En el caso del tratamiento clorotalonil+mancozeb, se observó una menor eficacia al combinarlo con la aplicación de fosfito, pero esta diferencia no fue estadísticamente significativa. La misma tendencia se presentó al comparar el tratamiento sin fungicida ni fosfito y el tratamiento sin fungicida con fosfito, Los tratamientos en que se aplicó clorotalonil/mancozeb y en los que se aplicó dimethomorph tuvieron un costo menor que cuando se aplicó metalaxil, además de una eficacia mayor. Sin embargo, en el presente experimento en general el efecto del fosfito fue de mejorar la eficacia de los fungicidas convencionales, ya que el fosfito solo no se diferenció significativamente del testigo sin fungicida ni inductor.

El análisis estadístico de los tratamientos individuales emitió detectar un efecto diferencial del fosfito que no se detectó en el análisis inicial, posteriormente en la estructura factorial de los tratamientos, ya que la aplicación de este producto resultó en reducciones significativas, se observó que el fosfito fue el único inductor que resultó en niveles significativamente menores de enfermedad.

2.8 Características de los productos químicos a evaluar

2.8.1 Fluopicolide + Propamocarb. Fluopicolide es un fungicida sistémico (vía xilema, de forma acrópeta) perteneciente al grupo de los acylpicolides, con acción translaminar, con acción curativa y con función antiesporulante. Interrumpe la formación de la pared celular del patógeno. Propamocarb es un fungicida sistémico perteneciente al grupo químico de los carbamatos (Bayer, 2014).

Es fungicida que posee dos ingredientes activos con acción sistémica acropétala y traslaminar, formulado para el tratamiento foliar que brinda protección contra Oomicetos, no presenta resistencia cruzada con otros fungicidas para el control de Oomycetes. La acción ha demostrado potencial como antiesporulante y curativo (Bayer, 2014).

Es activo sobre todos los estados clave dentro del ciclo del hongo: la esporulación, formación de zoosporas y su enquistamiento, movilidad de las zoosporas, germinación de esporangios y zoosporas y crecimiento de micelio. La acción sobre la germinación directa e indirecta de los esporangios, permite la prevención independientemente de la temperatura, bloqueando la enfermedad en cada oportunidad disponible (Bayer, 2014).

2.8.2 Mandipropamid + Clorotalonil. Fungicida perteneciente a la clase química de las mandelamidas dentro del grupo de las amidas del ácido carboxílico (CAA) y perteneciente al grupo 40 de productos para el manejo de resistencia (Syngenta, 2003).

Es un fungicida de contacto y translaminar, altamente eficaz contra patógenos Oomicetos. mandipropamid es absorbido por la superficie de la planta. es altamente activo contra la germinación de esporas. La absorción dentro del tejido foliar asegura una buena actividad translaminar; inhibe el crecimiento micelial durante el periodo de incubación. La combinación de productos a base de mandipropamid con fungicida protectantes como chlorothalonil proporciona un amplio espectro de control a las enfermedades fungales (Syngenta, 2003).

2.8.3 Pyraclostrobin + Boscalid. Estrobilurina con actividad fungicida de amplio espectro, controla Ascomicetos, Basidiomicetos, Deuteromicetos y Oomicetos, principalmente. Su acción es preventiva, curativa, traslaminar y locosistémica. Bloquea la respiración mitocondrial. Inhibe la formación de ATP. Impide la formación y penetración de las esporas: acción preventiva, y el desarrollo del micelio en las hojas: acción curativa. Aunque su actividad, como consecuencia de su transporte acrópeto, basípeto y por vapor es pobre, su acción traslaminar (BASF, 2012).

La acción curativa y erradicante del Pyraclostrobin provoca la desintegración de las cadenas de esporas, inhibiendo consistentemente la esporulación. Al mismo tiempo dejan de funcionar los sistemas de bombeo de la membrana celular. El lugar de acción (a nivel molecular) es la

cadena de respiración en la mitocondria. El Boscalid inhibe la germinación de esporas impide la elongación del tubo germinativo, el crecimiento micelial y la esporulación. A nivel molecular inhibe la succinato deshidrogenasa, enzima que es parte importante en el Ciclo Krebs, y por lo tanto afecta el flujo de carbonos a los metabólicos como la cadena de ATP (BASF, 2012).

2.8.4 Cyazofamid. Fungicida foliar de acción preventiva, que se debe aplicar antes que aparezcan los síntomas y signos de las enfermedades. Tiene una actividad de contacto multisitio, acción que minimiza la aparición de cepas resistentes. Especialmente recomendado para el control de Oomicetos (Biociencias, 2013).

Es de acción protectora, translaminar y antiesporulante, actúa en todas las etapas del desarrollo del hongo, presenta además un efecto antiesporulante y una actividad translaminar limitada, es una alternativa a los fungicidas existentes ya que actúa en un sitio de acción único (dentro del complejo bc1 en el sitio Qi) (Biociencias, 2013).

El sitio Qi es diferente a los inhibidores Qo (donde actúan estrobilurinas, famoxadona y fenamidonas), por lo que no hay ninguna resistencia cruzada, es una herramienta clave para el manejo de resistencia (Biociencias, 2013).

2.8.5 Clorotalonil. Es un fungicida con acción de protección foliar, preventivo, que impide la penetración del hongo al producir una barrera sobre las hojas la cual no permite su desarrollo. Inhibe la activación de enzimas esenciales y evita la obtención de la energía necesaria para la infección de las plantas a la reacción con grupo SH, actúa esencialmente protegiendo contra el proceso de infección del hongo. Para ello, el fungicida debe estar presente en la parte de la planta donde se dé la infección, antes de que ésta tenga lugar. La prevención de la infección es el resultado de la interacción entre el Clorotalonil y las células fúngicas dando como resultado una pérdida de viabilidad de las mismas (Disagro, 2014).

Inhibe la respiración (transformación de los carbohidratos en energía) de las células del hongo, debido a que las moléculas del Clorotalonil se unen a grupos sulfhidrilo de los aminoácidos. Las enzimas que afectan al ciclo de Krebs se desactivan y no se produce ATP. Al no poder completar este proceso esencial, la célula muere (Disagro, 2014).

2.8.6 Oxicloruro de Cobre + Mancozeb. Es un fungicida protector que actúa por contacto. Es de acción netamente preventiva. Inhibe el desarrollo del tubo germinativo de la espora, ya que bloquea los procesos enzimáticos a nivel del citoplasma y mitocondria lo que ocasiona una deficiencia de ATP en la célula del hongo (Dow AgroSciences, 2010).

Reúne las propiedades fungicidas del MANCOZEB (producto de coordinación iónica del zinc y el etilenobisditiocarbamato de manganeso y las del oxicloruro de Cobre, completándose para dar un mejor control de las enfermedades fungosas en diferentes cultivos. Presenta una gran actividad fungicida inicial y buena persistencia en la planta, El efecto fungicida es preventivo contra bacterias y algunos patógenos principalmente de los Oomicetos (Dow AgroSciences, 2010).

2.8.7 Captan. Es un fungicida para la aplicación preventiva en aspersión foliar así como para la desinfección del suelo, de la semilla y de las plántulas antes de su Transplante (Arysta LifeScience, 2014).

Su acción es protectante y erradicante de contacto que combate diversas enfermedades causadas por hongos habitantes del suelo y foliares. Se obtiene un efectivo control cuando se aplica a niveles bajos de infección (Arysta LifeScience, 2014).

Actúa sobre el patógeno interfiriendo varias reacciones químicas durante la respiración del hongo. Es un inhibidor multisitio del proceso de respiración (Arysta LifeScience, 2014).

2.8.8 Ipravalicarb + Propineb. Es un fungicida que actúa en forma preventiva y curativa, con acción sistémica y de contacto, inhibe el crecimiento del tubo germinativo y de las hifas del hongo y además tiene una sobresaliente acción antiesporulante (Bayer, 2014).

Posee actividad fungicida por contacto, de amplio campo de acción, buen efecto inicial y prolongada actividad residual. Reacciona con las enzimas sulfhidrúlicas y dificulta su acción. Impide el desarrollo de las conidias. Pertenece al grupo de los inhibidores multisitio (Bayer, 2014).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 Definición del problema y justificación del trabajo

El cultivo de pepino en Guatemala es de Gran importancia, debido a que es una de las principales hortalizas que se consumen y cultiva en la mayoría de regiones productoras de nuestro país, además de constituir una importante fuente de ingresos a la economía nacional, el consumo de la frutos de esta cucurbitácea es principalmente como fruto fresco o en ensalada, esta hortaliza ocupa un lugar primordial en la alimentación por su alto valor nutritivo y aporte de vitaminas y minerales.

Aparte de las cualidades mencionadas anteriormente este cultivo a nivel de campo presenta ciertos problemas con el ataque de Fitopatógenos principalmente con la incidencia y severidad de hongos como el de mildiu vellosa causado por *Pseudoperonospora cubensis*, este patógeno está ampliamente extendido por todo el mundo, pero principalmente en Guatemala. Las condiciones climáticas de nuestra región son propicias para que este patógeno se disemine y colonice las plantaciones llegando a provocar pérdidas hasta de un 100 % dependiendo principalmente del híbrido que se cultive, las condiciones climáticas de la época y plan de manejo de agroquímicos que se emplee para su control.

En la actualidad el uso desmedido de agroquímicos que se utilizan para el control de esta enfermedad ha provocado que este fitopatógeno adquiera resistencia a los ingredientes activos que se utilicen para su control, debido a la sobre o sub dosificación y principalmente a la mala rotación de Ingredientes Activos que se utilizan para su control.

Por tal razón se planteó esta investigación con el objetivo de determinar el mejor plan fitosanitario para el control de *Pseudoperonospora cubensis*, donde se evaluó cuatro programas de control y en cada uno de ellos la combinación de varios ingredientes activos protectantes y sistémicos y la combinación de ambos.

4. OBJETIVOS

4.1 General

Evaluar la eficacia de cuatro programas de fungicidas sistémicos y protectantes para el control de mildiu velloso (*Pseudoperonospora cubensis*) en el cultivo de pepino.

4.2 Específicos

- Determinar el inicio de la enfermedad para cada uno de los tratamientos.
- Determinar el porcentaje de severidad de la enfermedad para cada uno de los tratamientos.
- Determinar el porcentaje la eficacia de control para cada uno de los tratamientos.
- Cuantificar el rendimiento para cada uno de los tratamientos.
- Determinar el tratamiento que presenta la mejor relación beneficio/costo.

5. HIPÓTESIS

5.1 Hipótesis alterna

Ha: Al menos uno de los tratamientos a presentar tendrá mayor eficacia de control sobre *Pseuoperonospora cubensis*.

6. METODOLOGÍA

6.1 Localización

La investigación se realizó en el Caserío Las Palmas, aldea Llano Grande, municipio de Monjas departamento de Jalapa, situado en la región Sur Oriente de la República de Guatemala en el departamento de Jalapa, municipio de Monjas, geográficamente localizada a 14° 39' 41". Latitud norte y 90° 0' 28" longitud oeste, a una altura de 1100 m.s.n.m.

6.2 Material experimental

6.2.1 Tropi cuke II. Es una planta vigorosa, el fruto es de 22 cm de largo y 6 cm de diámetro, posee una forma cilíndrica, agudizada hacia el extremo apical y color es verde oscuro, uniforme (SEMINIS, 2010).

6.2.2 Descripción de los fungicidas.

Tabla 4.

Fungicidas utilizados para el control de mildiu vellosa en pepino.

I.A	Nombre Comercial	Dosis	Modo de Acción	Familia
Fluopicolide + Promamocarb	Infinito 68.75 SC	1.0 -1.5 L/ha	Sistémico	Acylpícolides + Carbamatos
Mandipropamid + Clorotalonil	Revus Opti 25 SC	0.4 - 0.6 L/ha	Sistémico	Mandelamidas + Benzonitrilo Halogenado
Pyraclostrobin + Boscalid	Bellis 38 WP	0.8 Kg/ha	Sistémico	Estrobilurinas + Carboxamida
Cyazofamid	Ramman 40 SC	2.0 L/ha	Sistémico	Cyanoimidazole
Ipravalicarb + Propineb	Positron Duo 69 WP	2.0 - 2.5 Kg/ha	Protectantes	Acido amino + Amino Carbamato

Clorotalonil	Prix 50 SC	1.0 - 1.5 L/ha	Protectantes	Benzonitrilo Halogenado
Oxícloruro de Cobre + Mancozeb	Cobrethane 61.1 WP	0.5 - 1 Kg/ha	Protectantes	Cobre (Cu) + Ditiocarbamato
Captan	Captan 80 WP	0.5 - 0.75 Kg/ha	Protectantes	Phthalimidas

6.3 Descripción de los tratamientos

Tabla 5.

Descripción de los Tratamientos.

Orden	Descripción
1	Tratamiento 1
2	Tratamiento 2
3	Tratamiento 3
4	Tratamiento 4
5	Tratamiento 5 (Testigo Absoluto)

La forma de ubicación de los distintos productos sistémicos y protectantes está basada al comportamiento de acción en las fases de desarrollo del hongo o el tiempo del funcionamiento del producto en el organismo del patógeno.

6.3.1 Tratamiento 1.

Tabla 6.

Presentación del programa de fungicidas sistémicos y protectantes del tratamiento 1.

Ingrediente Activo	Dosis Comercial	Días después del Transplante (DDT)
Clorotalonil	1.0 L/ha	10 Días
Ipravalicarb + Propineb	2.0 Kg/ha	20 Días
Pyraclostrobin + Boscalid	0.8 Kg/ha	28 Días
Cyazofamid	2.0 L/ha	36 Días
Clorotalonil	1.0 L/ha	48 Días
Pyraclostrobin + Boscalid	0.8 Kg/ha	56 Dias
Cyazofamid	2.0 L/ha	66 Dias
Ipravalicarb + Propineb	2.0 Kg/ha	76 Dias

6.3.2 Tratamiento 2.

Tabla 7.

Presentación del programa de fungicidas sistémicos y protectantes del tratamiento 2.

Ingrediente Activo	Dosis Comercial	Dias después del Transplante (DDT)
Oxicloruro de Cobre + Mancozeb	0.5 Kg/ha	10 Dias
Mandipropamid + Clorotalonil	0.6 L/ha	20 Dias
Captan	0.75 Kg/ha	28 Dias
Fluopicolide + Propamocarb	1.0 L/ha	36 Dias
Oxicloruro de Cobre + Mancozeb	0.5 Kg/ha	48 Dias
Mandipropamid + Clorotalonil	0.6 L/ha	56 Dias
Fluopicolide + Propamocarb	1.0 L/ha	66 Dias
Captan	0.75 Kg/ha	76 Dias

6.3.3 Tratamiento 3.

Tabla 8.

Presentación del programa de fungicidas protectantes del tratamiento 3.

Ingrediente Activo	Dosis Comercial	Días después del Transplante (DDT)
Clorotalonil	1.0 L/ha	10 Días
Ipravalicarb + Propineb	2.0 Kg/ha	20 Días
Oxicloruro de Cobre + Mancozeb	0.5 Kg/ha	28 Días
Captan	0.75 Kg/ha	36 Días
Clorotalonil	1.0 L/ha	48 Días
Ipravalicarb + Propineb	2.0 Kg/ha	56 Días
Oxicloruro de Cobre + Mancozeb	0.5 Kg/ha	66 Días
Captan	0.75 Kg/ha	76 Días

6.3.4 Tratamiento 4.

Tabla 9.

Presentación del programa de fungicidas sistémicos del tratamiento 4.

Ingrediente Activo	Dosis Comercial	Días después del Transplante (DDT)
Mandipropamid + Clorotalonil	0.6 L/ha	10 Días
Fluopicolide + Propamocarb	1.0 L/ha	20 Días
Cyazofamid	2.0 L/ha	28 Días
Pyraclostrobin + Boscalid	0.8 Kg/ha	36 Días
Fluopicolide + Propamocarb	1.0 L/ha	48 Días
Cyazofamid	2.0 L/ha	56 Días
Pyraclostrobin + Boscalid	0.8 Kg/ha	66 Días
Mandipropamid + Clorotalonil	0.6 L/ha	76 Días

6.3.5 Tratamiento 5 (Testigo).

Testigo Absoluto

No se realizaron aplicaciones

6.4 Diseño experimental

Se utilizó el diseño bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro (4) tratamientos y cuatro (4) repeticiones.

6.5 Modelo estadístico

El modelo estadístico utilizado es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

μ = Media general.

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j = Efecto del j-ésimo bloque.

ε_{ij} = Error experimental del tratamiento i en el bloque j.

Y_{ij} = Observación en la unidad experimental.

i = 1, 2, 3, 4, 5, 6 tratamientos

j = 1, 2, 3, 4 repeticiones

6.6 Unidad experimental

Área total del ensayo (328 m²), Distancia entre plantas (0.30 m); Distancia entre surco (1.20 m); tamaño de la parcela bruta (4.8 m X 12.5 m, 60 m²); Número de parcelas (20); Parcela bruta (100 plantas); Parcela Neta (20 plantas); Total de plantas (800 plantas); Área de parcela neta (12 m²).

Tabla 10.

Croquis De Campo.

Bloques

I

105 T3	104 T1	103 T4	102 T2	101 T5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

II

201 T1	202 T3	203 T2	204 T5	205 T4
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

III

305 T5	304 T2	303 T4	302 T1	301 T3
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

IV

401 T2	402 T4	403 T3	404 T5	405 T1
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------



6.7 Manejo del experimento

La investigación se realizó de la siguiente manera:

6.7.1 Preparación del terreno. El suelo se mecanizó de la siguiente manera, (una pasada de arado, dos pasadas de rastra). Y luego se procedió a hacer los camellones a una distancia de 1.20 m. Entre surco.

6.7.2 Distanciamiento de siembra. El distanciamiento será 1.20 m entre surco y 0.30 m entre planta.

6.7.3 Desinfección del suelo. Se aplicó al suelo un nematicida (oxamil 4 L/ha), y un fungicida (Etridiazole + Metiltiofanato 250 g/ha) antes de la siembra en forma localizada.

6.7.4 Siembra. Se realizó de forma manual colocando dos semillas por postura a la distancia antes mencionada.

6.7.5 Fertilización. Los requerimientos nutricionales del cultivo de pepino son:

N	P	K
150	135	200

Las aplicaciones se realizaron por el sistema de riego por goteo, foliares y al voleo de la siguiente manera:

Las aplicaciones se realizaron a los 10 días después de germinado el cultivo, utilizando las siguientes fórmulas:

Tabla 11.

Programa de fertilización para el cultivo de Pepino.

Días de Emergida	Sistema de Aplicación	Formula	Dosis
10 Días	Goteo	Nitrato de Amonio	60 kg/ha
12 Días	Goteo	13-40-13 +EM	50 kg/ha
15 Días	Al voleo	20-20-0	300 kg/ha
18 Días	Goteo	13-40-13 +EM	50 kg/ha
22 Días	Foliar	Extracto de Algas Marinas	2.0 L/ha
25 Días	Al voleo	Triple 15	300 kg/ha
30 Días	Goteo	Nitrato de Calcio	60 kg/ha
35 Días	Foliar	Boro y Zinc	2.0 L/ha

45 Días	Goteo	Nitrato de Calcio	60 kg/ha
50 Días	Goteo	Sulfato de Mg	35 kg/ha
60 Días	Goteo	0 - 0 - 61	50 kg/ha
65 Días	Al voleo	0 - 0 - 60	100 kg/ha
70 Días	Goteo	0 - 0 - 61	50 kg/ha

6.7.6 Control de malezas. Se utilizó el control químico, para controlar las malezas que crecen en la parte baja del camellón, y para el control de las malezas del camellón se utilizara la cubierta plástica " mulch. "

6.7.7 Tutorado. Se usaron tutores de 2 m. de alto a una distancia de 2.5 m. Entre tutor, y para el sostén de las plantas se utilizó pita de nylon.

6.7.8 Control de enfermedades. Para el control de mildiu Polvoriento (*Sphaeroteca fuligineacea*) Y (*Botritis cynerea*). Se realizaron las aplicaciones preventivas de fungicidas (Difeconazol 0.3 L/ha), (Ciprodinil, Fludioxonil 0.8 kg/ha) a partir de los 10 días después de germinadas las plantas.

6.7.9 Control de plagas. Las plagas que más afectan el cultivo de pepino son araña roja, (*Tetranychus ssp.*) Pulgones (*Aphis sp.*), Mosca Blanca, (*Bemisia tabassi*) y para su control se realizaron aplicaciones anticipadas de insecticidas sistémicos.

Tabla 12.*Control de Plagas.*

I.A	Nombre Comercial	Dosis	Plagas	Dias de Aplicación
Chlorantraniliprole + Thiametoxan	Voliam Flexi 30 SC	1.4 L/ha	Mosca Blanca (<i>Bemisia tabassi</i>) y Pulgones (<i>Aphis</i> <i>sp</i>)	10 - 30 Dias
Abamectina	Vertimec 1.8 EC	0.5 L/ha	Añara Roja (<i>Tetranychus</i> <i>spp</i>)	20 Dias

Las aplicaciones para mosca blanca y pulgones se realizaron al suelo vía drench, la primera aplicación se realizó a los 10 días de germinación y la segunda aplicación a los 30 días. Para el control de araña roja se realizó una aplicación preventiva a los 20 días.

7. Cosecha

Esta se realizó de la forma tradicional que la hacen los agricultores, primero se cortaron los pepinos de forma manual y luego se envasaron en sacos de Nylon de 50 Libras de la misma medida. Pero previo a lo anterior se cuantificaron el número de frutos por planta y las dimensiones de los mismos en cuanto a largo y diámetro; la medición se realizó utilizando un metro para medir el largo y vernier para medir diámetro.

8. Variables respuesta

8.1 Incidencia

Para determinar esta variable se realizó una inspección de la plantación cada 7 días a partir de los 15 días de germinada la semilla hasta los 40 dds anotando el número de plantas con síntomas de la enfermedad por cada inspeccion realizada.

8.2 Porcentaje de severidad

Para determinar esta variable se realizaron cuatro tomas de datos a inicio de cosecha, la primera a los 45 DDS y la segunda a los 50 DDS y las otras al final de la cosecha, la tercera a los 75 DDS y la cuarta y última a los 80 DDT, el porcentaje de severidad se tomaron de la siguiente manera, en cada una de las tomas de datos: se determinaran el porcentaje de severidad comparando al azar 7 hojas por planta 3 de la parte bajera, 2 de la parte intermedia y 2 de la parte superior con la tabla pictográfica de severidad de mildiu y se determinó en qué grado de infección se encontró cada una de ellas, luego se determinó el promedio de porcentaje de severidad por repetición con la siguiente formula. Estos datos se tomaron de la parcela Neta.

$$\% \text{ Severidad} = \frac{[(H1+H2+H3+H4+H5+H6+H7.....H 87)]}{\sum N}$$

H1 – H7: área afectada para cada hoja muestreada,

N: área total de hojas muestreadas donde se incluye área no afectada y afectada.

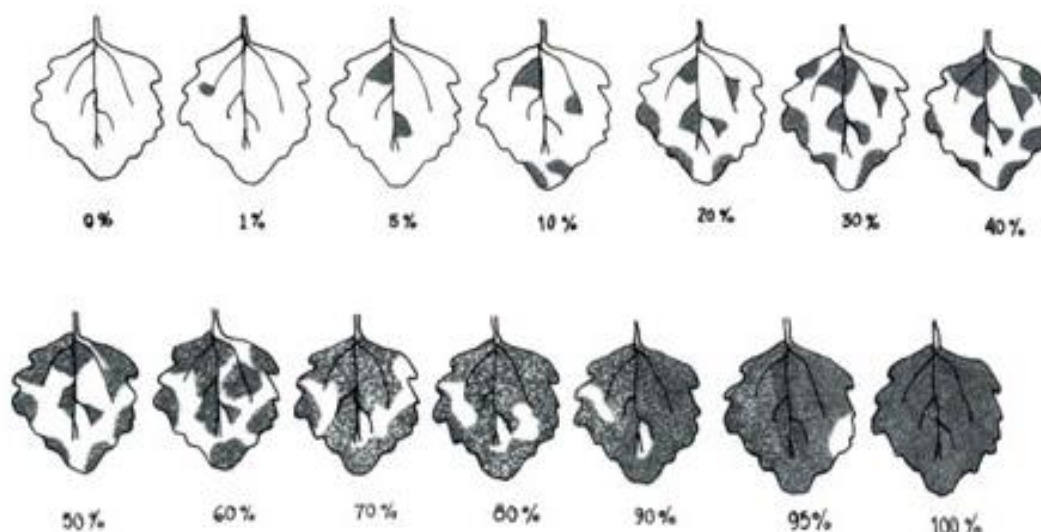


Figura 2. Escala de medición de Severidad (CNSV, 2006).

8.3 Eficacia de control

Para determinar la efectividad biológica de los tratamientos, se aplicó la fórmula de Abbott:

$$\%E = [IT - It / IT] * 100$$

Dónde:

%E = porcentaje de efectividad

IT = infección en el testigo

It = infección en el tratamiento

8.4 Rendimiento de pepino en kg/ha

Para esta variable en cada corte se registró la cantidad de producto cosechado por tratamiento y luego se sumó al finalizar el ciclo del cultivo se obtuvo el rendimiento total/ha de cada tratamiento.

8.5 Relación beneficio / costo

Consistió en la relación que indica la razón entre los beneficios y los costos a una tasa de oportunidad del capital la cual tiene valores mayores a uno para que exista ganancia. Para el cálculo se utilizó la formula siguiente.

$$RBC = VPB / VPC$$

Dónde:

RBC = Relación Beneficio / Costo

VPB = Valor presente neto de los Beneficios brutos o netos

VPC = Valor presente neto de los Costos totales.

9 Análisis de la información

9.1 Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza, para determinar diferencias significativas entre tratamientos y localidades, posteriormente se realizó una comparación de medias utilizando la prueba de DGC.

9.2 Análisis económico

Con el propósito de identificar el tratamiento con mayor beneficio económico, se evaluó los resultados mediante el análisis de presupuestos parciales y La Relación Beneficio/Costo. En donde se identificó los costos variables de la aplicación de los fungicidas a evaluar.

9.3 Presupuestos parciales

Se determinaron los costos que varían para cada tratamiento, con sus respectivos resultados de eficacia que obtuvieron.

10.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

10.1 Incidencia de *Pseudoperonospora cubensis*

Para determinar esta variable se realizó anotando los días después del trasplante en que aparecieron los primeros síntomas de la enfermedad, la aplicación de productos fungicidas Sistémicos y Protectantes en el manejo de Mildiu Velloso en el cultivo de pepino, los tratamientos tuvieron diferente efecto de reducción de la enfermedad. Las aplicaciones de productos se iniciaron a los 10 días después de la siembra y se finalizó a los 76 días.

En la tabla 13 y figura 3 se presentan los porcentajes de incidencia de mildiu velloso a través del tiempo para cada tratamiento durante los primeros 40 dds se realizan 3 toma de datos con un intervalo de 7 días, empezando desde el inicio de la enfermedad a los 26 dds, 33 días y finalizando a los 40 dds, donde se forman dos grupos, en el primer se ubican: Tratamiento 5 (Testigo Absoluto) con 8.34% de incidencia de mildiu velloso a los 26 dds y un 96.53% de incidencia a los 40 dds, tratamiento 3 (Fungicidas protectantes) con 7.64% de incidencia a los 26 dds y un 90.28% a los 40 dds, estos dos materiales presentaron una T.I.D (tasa de incremento de diaria) de un 4.60% y 4.30%, además en este mismo grupo se encuentra el tratamiento 1 (Fungicidas sistémicos-protectantes) con 8.33% de incidencia a los 26 dds, 52.78% a los 33 dds y un 83.34% a los 40 dds presentando una T.I.D de incidencia de 3.97%. Estos tratamientos fueron los que presentaron los mayores porcentajes de Incidencia de la enfermedad.

En el segundo grupo se encuentra el tratamiento 2 (Fungicidas sistémicos-protectantes) con un 9.03% de incidencia a los 26 dds, 45.14% a los 33 dds y un 77.78% a los 40 dds, con una T.I.D del 3.70% y el Tratamiento 4 (Fungicidas sistémicos) quien presento baja incidencia 26 dds con un 4.86% de incidencia, 33 dds con 12.50% y un 23.61% a los 40 dds, y presento un valor bajo de T.I.D de incidencia del 1.12%. Ambos tratamientos fueron los que presentaron los menores porcentajes de Incidencia de *Pseudoperonospora cubensis* hasta los 40 días después del trasplante.

Tabla 13.

Comportamiento del porcentaje de incidencia de mildiu veloso en cuatro tratamientos de fungicidas sistémicos y protectantes en el cultivo de pepino.

Tratamiento	Días a Muestreo			
	26 dds	33 dds	40 dds	T.I.D
-Tratamiento 1 (Sistémicos-Protectantes)	8.33%	52.78%	83.34%	3.97%
-Tratamiento 2 (Sistémicos-Protectantes)	9.03%	45.14%	77.78%	3.70%
-Tratamiento 3 (Protectantes)	7.64%	45.83%	90.28%	4.30%
-Tratamiento 4 (Sistémicos)	4.86%	12.50%	23.61%	1.12%
-Testigo	8.34%	54.17%	96.53%	4.60%

dds = días después de la siembra.

T.I.D= Tasa de Incremento Diaria.

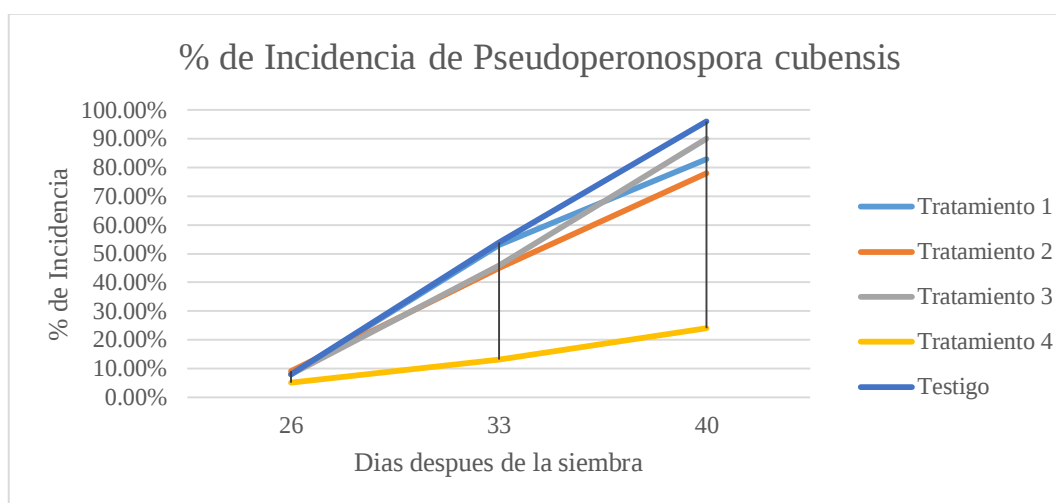


Figura 3. Comportamiento de la incidencia de *Pseudoperonospora cubensis* en cuatro tratamientos de fungicidas sistémicos-protectantes y el testigo en el cultivo de pepino.

10.1.1 Incidencia de *Pseudoperonospora cubensis* a los 26 dds. Se realizó la primera lectura a los 26 dds para obtener datos de Incidencia por tratamiento, los datos se ordenaron en una hoja de cálculo y se procedió a generar los promedios por tratamiento y repetición.

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de varianza para el porcentaje de incidencia a los 26 dds presentes en la tabla 14, se puede observar el análisis de varianza realizado para la primera toma de datos.

Tabla 14.

Análisis de varianza para el variable porcentaje de incidencia de mildiu vellosa a los 26 días después de la siembra.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	65.21	7	9.32	0.68	0.6864
Bloque	22.79	3	7.6	0.56	0.6544
Tratamientos	42.42	4	10.61	0.78	0.562
Error	164.16	12	13.68		
Total	229.38	19			

Según el análisis de varianza presentado en la tabla 14, los datos de los tratamientos a los 26 dds, se determina que no existe significancia estadística entre tratamientos, por lo tanto todos los tratamientos son estadísticamente iguales, estos no representan una variabilidad significativa, ya que el patógeno no se ha presentado con alta incidencia y los síntomas empezaban aparecer en la planta.

10.1.2 Incidencia de *Pseudoperonospora cubensis* a los 33 dds. Se realizó la segunda lectura a los 33 dds para obtener datos de Incidencia por tratamiento, los datos se ordenaron en una hoja de cálculo y se procedió a generar los promedios por tratamiento y repetición.

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de varianza para el porcentaje de incidencia a los 33 dds presentes en la tabla 15, se determina que existe significancia estadística entre tratamientos.

Tabla 15.

Análisis de varianza para la variable porcentaje de incidencia de mildiu vellosa a los 33 días después de la siembra.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4880.7	7	697.24	25.81	<0.0001
Bloque	244.85	3	81.62	3.02	0.0716
Tratamientos	4635.9	4	1159	42.9	<0.0001
Error	324.21	12	27.02		
Total	5204.9	19			

Según el análisis de varianza presentado en la tabla 15, para incidencia de la enfermedad a los 33 dds, existe significancia estadística, por lo que se procedió realizar prueba múltiple de medias.

Tabla 16.

Agrupación según prueba múltiple de medias DGC al 1% de significancia para el porcentaje de incidencia de mildiu vellosa a los 33 dds.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4	12.5	4	2.6	A
T2	45.14	4	2.6	B
T3	45.83	4	2.6	B
T1	52.78	4	2.6	B
Testigo	54.17	4	2.6	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

En la tabla 16, se presentan los resultados de la prueba múltiple de medias DGC, el cual determino que el testigo y los tratamientos T1, T3 y T2 son estadísticamente iguales debido a que se encuentran unidos en el grupo B, además son los tratamientos que presentaron los mayores porcentajes de incidencia debido a la efectividad de los fungicidas en cada programa de aplicación.

El tratamiento 4 (Fungicidas sistémicos) estadísticamente es diferente al resto con un porcentaje 12.5% pertenecen al grupo A, el cual presento el menor porcentaje de incidencia, por lo tanto, expresó la mejor eficacia de control sobre *Pseudoperonospora cubensis* a los 33 días después de la siembra, se debió al modo de acción de cada fungicida mostrando estos una tendencia a mayor control del patógeno disminuyendo la incidencia del mismo.

10.1.3 Incidencia de *Pseudoperonospora cubensis* a los 40 dds. Se realizó la tercera lectura a los 40 dds para obtener datos de Incidencia por tratamiento, los datos se ordenaron en una hoja de cálculo y se procedió a generar los promedios por tratamiento y repetición.

En la tabla 17, se presentan los resultados del análisis de varianza para el porcentaje de incidencia de mildiu vellosa a los 40 dds.

Tabla 17.

Análisis de varianza para el variable porcentaje de incidencia de mildiu vellosa a los 40 días después de la siembra.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14045.28	7	2006	133.3	<0.0001
Bloque	396.13	3	132	8.77	0.002
Tratamientos	13649.16	4	3412	226.8	<0.0001
Error	180.59	12	15.05		
Total	14225.87	19			

Según el análisis de varianza presentado en la tabla 17, para incidencia de la enfermedad a los 40 dds, existe significancia estadística entre tratamiento y bloque por lo que se procedió realizar prueba múltiple de medias DGC.

Tabla 18.

Agrupación según prueba múltiple de medias DGC al 1% de significancia para el porcentaje de incidencia de mildiu vellosa a los 40 dds.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4	23.61	4	1.94	A
T2	77.78	4	1.94	B
T1	83.34	4	1.94	B
T3	90.28	4	1.94	C
Testigo	96.53	4	1.94	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

En la tabla 18, se presentan los resultados de la prueba múltiple de medias DGC, la cual determino que el testigo y tratamiento 3 son estadísticamente iguales ambos pertenecen a la agrupación C, dichos tratamientos fueron los que presentaron los mayores acumulados del porcentaje de incidencia de *Pseudoperonospora cubensis*, seguido de los tratamientos 1 (Sistémico - Protectantes) y el tratamientos 2 (Sistémicos - Protectantes) son estadísticamente iguales, ambos pertenecen a la agrupación B, dichos tratamientos fueron los que presentaron porcentaje de incidencia por arriba de un 77% y por último tenemos a tratamientos 4 (Sistémicos) pertenecen a la agrupación A fue el que presento la menor incidencia de *Pseudoperonospora cubensis* a los 40 dds esto se debió a que el efecto sistémico de los Fungicidas que se encuentran en este programa de control tiene alta eficacia de control sobre mildiu vellosa aumentando los días control de cada uno.

10.2 Porcentaje de severidad de *Pseudoperonospora cubensis*

De acuerdo con las observaciones y monitoreos realizados en campo durante el período de esta investigación, se determinó el Porcentaje de severidad a través de una tabla pictográfica para *Pseudoperonospora cubensis* y de acuerdo con estos datos se calculó la tasa de incremento diario de la enfermedad (TDI).

En la tabla 19 y figura 4 se presentan los porcentajes de severidad de *P. cubensis* acumulados a través del tiempo para cada tratamiento, durante el ciclo del cultivo, para esto se realizan 4

lecturas empezando desde los 45, 50, 75 y finalizando a los 80 días después de la siembra, los tratamientos con mayor porcentaje de severidad fueron el tratamiento Testigo y el tratamiento 3 (Fungicidas Protectantes) ambos con una T.I.D (tasa de incremento de diaria) de un 3.85% y 3.83%, en segundo lugar se encuentra el tratamiento 1 (Sistémicos-Protectantes) con una T.I.D de severidad de 3.71%, seguido del tratamiento 2 (Sistémicos-Protectantes) con una T.I.D del 3.54% y por último el tratamiento 4 (Sistémicos) el cual presento la menor tasa de incremento diaria de la enfermedad con 2.82%.

Tabla 19.

Comportamiento del porcentaje de severidad de mildiu vellosa en cuatro tratamientos de fungicidas sistémicos y protectantes en el cultivo de pepino.

Tratamiento	Días a Muestreo				T.I.D %
	45 dds %	50 dds %	75 dds %	80 dds %	
-Tratamiento 1 (Sistémicos-Protectantes)	40.00%	60.75	91.25	98.50	3.71
-Tratamiento 2 (Sistémicos-Protectantes)	42.75%	55.00	89.75	98.75	3.54
-Tratamiento 3 (Protectantes)	39.00	67.75	96.00	99.25	3.83
-Tratamiento 4 (Sistémicos)	15.25	33.75	83.25	96.00	2.82
-Testigo	52.50	69.50	98.25	100.00	3.85

dds = días después de la siembra.

T.I.D= Tasa de Incremento Diaria.

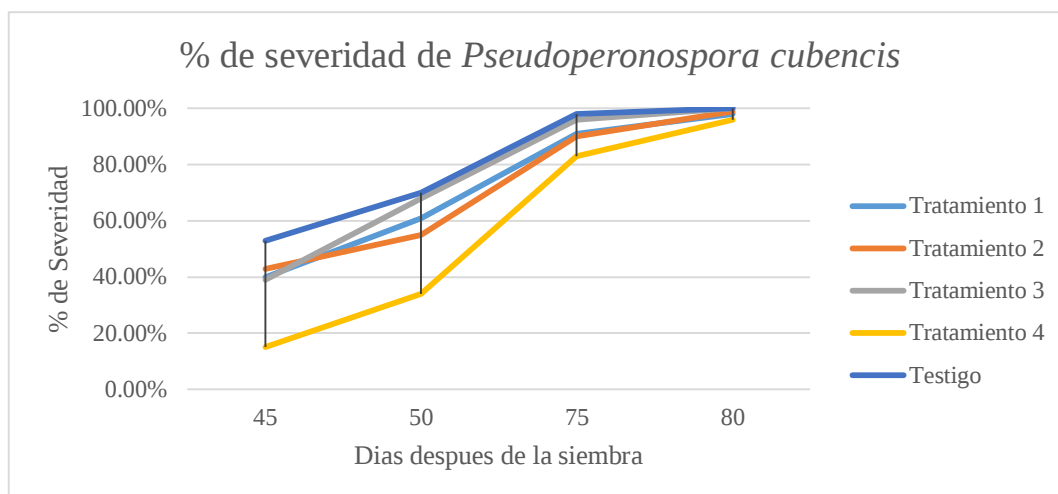


Figura 4. Comportamiento de la severidad de *Pseudoperonospora cubensis* y la eficacia de control de los tratamientos.

10.2.1 Porcentaje de severidad de *Pseudoperonospora cubensis* a los 45 dds. Para esta variable se realizó la prueba de normalidad a través del programa Infostat (Utilizando la prueba de Shapiro-Wilks) a los datos de esta variable, la cual indico que la distribución es normal (Prob<w:0.9322); por lo que no fue necesario realizar transformación de los datos (ver tabla # 39).

Al momento de aparecer y detectar los síntomas, se realizó la primera lectura el % de severidad por tratamiento a los 45 dds, los datos se obtuvieron en una hoja de cálculo, donde se determinaran el porcentaje de severidad comparando al azar 7 hojas por planta 3 de la parte bajera, 2 de la parte intermedia y 2 de la parte superior con la tabla pictográfica de severidad de mildiu y se determinara en qué grado de infección se encuentra cada una de ellas, luego se determinara el promedio de porcentaje de severidad por repetición.

En todos los tratamientos se realizaron 8 aplicaciones con los fungicidas durante el ciclo de los 10 días después de la siembra se realizó la primera aplicación de los fungicidas en los cuatro tratamientos, se realizaron aplicaciones con intervalos de 8,10 y 12 días hasta los 76 días después de la siembra en el cual se realizó la última aplicación, en el día 45 después de la siembra donde ya se habían realizado 4 aplicaciones de los fungicidas, se realizó la primera toma de lectura que sirvió para tomar el % de Severidad por tratamiento.

En la tabla 20, se presentan los resultados del análisis de varianza para el porcentaje de severidad de mildiu vellosa.

Tabla 20.

Análisis de varianza para la variable porcentaje de severidad de mildiu vellosa a los 45 días después de la siembra.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3788.3	7	541.19	17.48	<0.0001
Bloque	767	3	255.67	8.26	0.003
Tratamientos	3021.3	4	755.33	24.4	<0.0001
Error	371.5	12	30.96		
Total	4159.8	19			

Según el análisis de varianza presentado en la tabla 20, para el porcentaje de severidad a los 45 dds, existe alta significancia estadística entre tratamiento por lo que se procedió realizar prueba múltiple de medias DGC.

Tabla 21.

Agrupación según prueba múltiple de medias DGC al 1% de significancia para el porcentaje de severidad de mildiu vellosa a los 45 dds.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Tratamiento 4	15.25	4	2.78	A
Tratamiento 3	39	4	2.78	B
Tratamiento 1	40	4	2.78	B
Tratamiento 2	42.75	4	2.78	B
Testigo	52.5	4	2.78	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Se realizó la primera lectura para calcular y obtener el porcentaje de severidad a los 45 dds, los datos se ordenaron en una hoja de cálculo y se procedió a generar los promedios por tratamiento.

En la tabla 21, se presentan los resultados de la prueba múltiple de medias la cual determino que el Testigo el cual se encuentra en la categoría C con mayor % de Severidad debido a que no se realizó ninguna aplicación de fungicidas, la combinación de Fungicidas Sistémicos Protectantes (T2 y T1) y Fungicidas Protectantes (T3) son estadísticamente iguales debido a que se agrupan según DGC en la categoría B con 42.75%, 40% y 39% de severidad de *Pseudoperonospora cubensis*.

En la categoría A solo tenemos al tratamiento T4 (Fungicidas Sistémicos) con 15.25% de severidad, este tratamiento fue el que presento el menor porcentaje de *Pseudoperonospora cubensis* a los 45 dds, los porcentajes de severidad acumulados a esta edad del cultivo se deben a la eficacia de control de los distintos tratamientos, además en esta edad no se ha realizado ninguna cosecha por lo que no se le ha provocado ningún daño mecánico o estrés fisiológico a la planta.

10.2.2 Porcentaje de severidad de *Pseudoperonospora cubensis* a los 50 dds. Se realizó una segunda lectura para calcular y obtener el porcentaje de severidad a los 50 dds, los datos se ordenaron en una hoja de cálculo y se procedió a generar los promedios por tratamiento.

En la tabla 22, se presentan los resultados del análisis de varianza para el porcentaje de severidad 50 dds, la cual demostró alta significancia estadística para tratamientos.

Tabla 22.

Análisis de varianza para la variable porcentaje de severidad de mildiu vellosa a los 50 días después de la siembra.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3444.7	7	492.1	9.3	0.0005
Bloque	125.35	3	41.78	0.8	0.5219
Tratamientos	3319.3	4	829.8	16	0.0001
Error	633.9	12	52.83		
Total	4078.6	19			

Según el análisis de varianza presentado en la tabla 22, para el porcentaje de severidad a los 50 dds, existe alta significancia estadística por lo que se procedió realizar prueba múltiple de medias.

Tabla 23.

Agrupación según prueba múltiple de medias DGC al 1% de significancia para el porcentaje de severidad de mildiu vellosa a los 50 dds.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Tratamiento 4	33.75	4	3.63	A
Tratamiento 2	55	4	3.63	B
Tratamiento 1	60.75	4	3.63	B
Tratamiento 3	67.75	4	3.63	B
Testigo	69.5	4	3.63	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Según la prueba múltiple de medias DGC presente en la tabla 23, el testigo con 69.50% de severidad, junto a los tratamientos Fungicidas Protectantes (T3) con 67.75%, la combinación de Fungicidas Sistémicos-Protectantes (T1 y T2) con 60.75% y 55% son estadísticamente iguales debido a que DGC los agrupa en la agrupación B además son los tratamientos que presentaron los mayores porcentajes de severidad en esta lectura.

Por ultimo tenemos al tratamiento 4 Fungicidas Sistémicos en la agrupación A el cual presento el menor porcentaje de severidad a los 50 dds con 33.75%, el incremento de la severidad en cada uno de los tratamientos a esta edad del cultivo se debió a que ya se había realizado la primer cosecha por lo que se le provoco estrés metabólico a la planta por daños mecánicos y transmisión del patógeno por el personal y utensilios de cosecha.

10.2.3 Porcentaje de severidad de *Pseudoperonospora cubensis* a los 75 dds. Se realizó la tercera lectura para calcular y obtener el porcentaje de severidad a los 75 dds, los datos se ordenaron en una hoja de cálculo y se procedió a generar los promedios por tratamiento.

En la tabla 24, se presentan los resultados del análisis de varianza para el porcentaje de severidad de mildiu vellosa a los 75 dds.

Tabla 24.

Análisis de varianza para la variable porcentaje de severidad de mildiu vellosa a los 75 días después de la siembra.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	652.2	7	93.17	7.87	0.0011
Bloque	105	3	35	2.96	0.0752
Tratamientos	547.2	4	136.8	11.6	0.0004
Error	142	12	11.83		
Total	794.2	19			

Según el análisis de varianza presentado en la tabla 24, para el porcentaje de severidad a los 75 dds, existe alta significancia estadística entre tratamientos por lo que se procedió realizar prueba múltiple de medias DGC.

Tabla 25.

Agrupación según prueba múltiple de medias DGC al 1% de significancia para el porcentaje de severidad de mildiu vellosa a los 75 dds.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Tratamiento 4	83.25	4	1.72	A
Tratamiento 2	89.75	4	1.72	B
Tratamiento 1	91.25	4	1.72	B
Tratamiento 3	96	4	1.72	B
Testigo	98.25	4	1.72	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

En la tabla 25, se presentan los resultados de la prueba múltiple de medias, la cual determino que el Testigo, Fungicidas Protectantes (T3) y la combinación de Fungicidas Sistémicos Protectantes (T1 y T2) son estadísticamente iguales debido a que se agrupan según DGC en la

categoría B con 98.25%, 96%, 91.25% y 89.75% de severidad de *Pseudoperonospora cubensis* respectivamente.

En la categoría A se encuentra el tratamiento de Fungicidas Sistémicos (T4) con 83.25 % de severidad, este tratamiento presenta el menor porcentaje de severidad de *Pseudoperonospora cubensis* a los 75 dds, aunque sobrepasan el 80% de severidad lo que indica que la mayoría de hojas que componen el sistema foliar de la planta está fuertemente dañadas por *Pseudoperonospora cubensis* debido a que la planta se encuentra en la etapa final de fructificación o cosecha por lo que se le provoco estrés metabólico a la planta, desgaste de energía por daños mecánicos y transmisión del patógeno por el personal y utensilios de cosecha.

10.2.4 Porcentaje de severidad de *Pseudoperonospora cubensis* a los 80 dds. Se realizó una cuarta y última lectura para calcular y obtener el porcentaje de severidad a los 80 dds, los datos se ordenaron en una hoja de cálculo y se procedió a generar los promedios por tratamiento.

En la tabla 26, se presentan los resultados del análisis de varianza para el porcentaje de severidad el cual determino alta significancia estadística entre tratamientos.

Tabla 26.

Análisis de varianza para la variable porcentaje de severidad de mildiu vellosa a los 80 días después de la siembra.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	37.5	7	5.36	3.3	0.03
Bloque	1	3	0.33	0.21	0.89
Tratamientos	36.5	4	9.13	5.62	0.01
Error	19.5	12	1.63		
Total	57	19			

Según el análisis de varianza presentado en la tabla 26, existe alta significancia estadística entre tratamientos por lo que se procedió a realizar la prueba múltiple de medias DGC.

Tabla 27.

Agrupación según prueba múltiple de medias DGC al 5% de significancia para el porcentaje de severidad de mildiu velloso a los 80 dds.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Tratamiento 4	96	4	0.64	A
Tratamiento 1	98.5	4	0.64	B
Tratamiento 2	98.75	4	0.64	B
Tratamiento 3	99.25	4	0.64	B
Testigo	100	4	0.64	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Según la prueba múltiple de medias DGC, el testigo y los tratamientos T3, T2, T1 son estadísticamente iguales, debido a que esta prueba múltiple de media los Agrupa en la misma categoría B, al observar los datos, todos los tratamientos sobrepasan el 90% de severidad, esto se debe a la eficacia de control que realizaron cada tratamientos y los fungicidas que los componen además a esta edad ya se han realizado 5 cosechas por lo que la planta se ha deteriorado por el estrés provocado por la manipulación al momento de la cosecha y la constante transmisión del patógeno por parte de las personas de cosecha.

El tratamiento de Fungicidas Sistémicos (T4) con 96% de severidad, estadísticamente es diferente al resto debido a que no se agrupa con ningún otro tratamiento esto se debe a la acción de control que realizo cada uno de los fungicidas que componen este tratamiento, como se pudo observar en cada etapa de toma de datos de severidad el tratamiento de fungicidas sistémicos siempre demostró la mejor eficacia de control y la menor incidencia del patógeno durante el ciclo del cultivo por lo que permitió que la planta se observara más sana y obtuviera un mayor rendimiento.

10.3 Eficacia de control de *Pseudoperonospora cubensis*

Para determinar el porcentaje de eficacia de control ejercido por los cuatro programas de fungicidas evaluados para el control de *Pseudoperonospora cubensis* se utilizó la fórmula de Abbott.

El porcentaje de efectividad consiste en tomar en cuenta al número de individuos del testigo absoluto menos el número de individuos del tratamiento a evaluar, dividido el número de individuos del testigo absoluto, con este procedimiento se obtiene un rango de incremento del tratamiento a evaluar con respecto al tratamiento testigo, este se presenta de manera porcentual.

La tabla 28 y figura 5. Se muestra los porcentajes de eficacia de control efectuados en cada uno de los tratamientos a través del tiempo.

Tabla 28.

Porcentaje de efectividad de los tratamientos.

Tratamiento	Porcentaje de Eficacia de Control y Severidad de <i>Pseudoperonospora cubensis</i>							
	45 dds		50 dds		75 dds		80 dds	
	severidad	Eficacia	severidad	Eficacia	Severidad	Eficacia	Severidad	Eficacia
Tratamiento 1	40	24.7	60.75	12.44	91.25	7.14	98.5	1.5
Tratamiento 2	42.75	18.58	55	20.64	89.75	8.65	98.75	1.25
Tratamiento 3	39	26.17	67.75	4.9	96	2.29	99.25	0.75
Tratamiento 4	15.25	71.12	33.75	51.84	83.25	15.29	96	4
Testigo	52.5	0	69.5	0	98.25	0	100	0

dds = días después de la siembra.

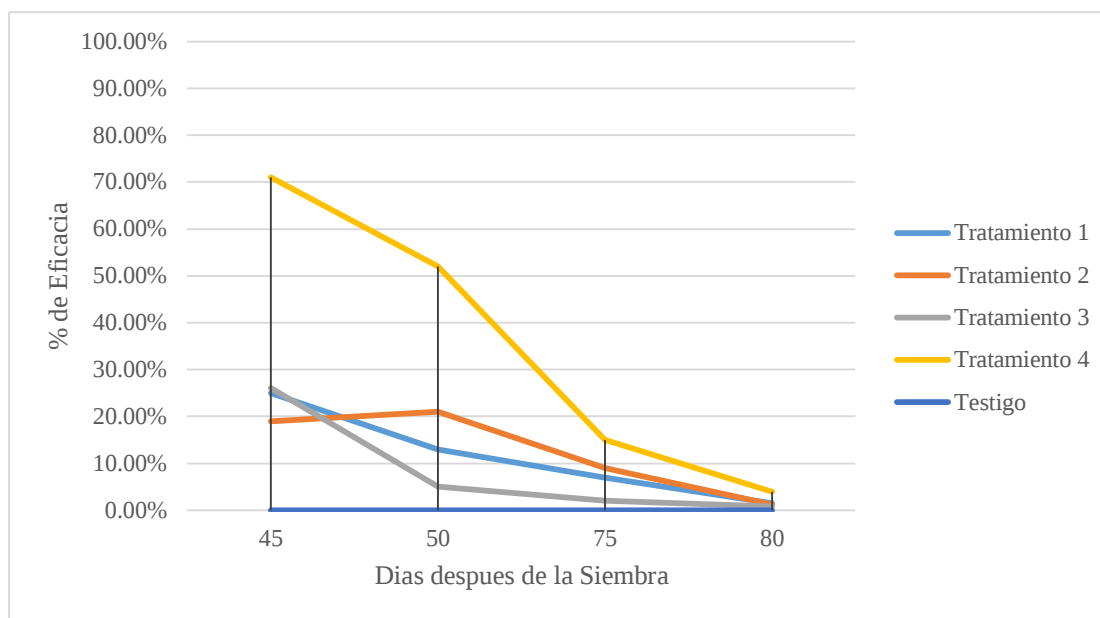


Figura 5. Comportamiento de la eficacia de control de cuatro tratamientos de fungicidas sistémicos-protectantes en el cultivo de pepino.

La tabla 28 y figura 5 se puede observar que el tratamiento 4 (Fungicidas Sistémicos) es el que ejerció los mayores porcentajes de control en las cuatro lecturas realizadas durante el ciclo del cultivo demostrando la mayor eficacia de control a los 45 dds con 71.12%. En segundo lugar se encuentra el tratamiento 2 con la combinación de Fungicidas Sistémicos Protectantes con la mejor eficacia de control de 20.64% a los 50 dds, seguido del tratamiento 1 con la combinación de Fungicidas Sistémicos-Protectantes el cual demostró la menor eficacia de control con 24.7 % a los 45 dds.

10.4 Rendimiento total en kg/ha

El rendimiento de cada tratamiento está en función del comportamiento de cada programa de fungicidas por efecto del porcentaje de incidencia y severidad que afectaron por el patógeno mildiu vellosa que influyó en las plantas cosechadas

En la tabla 29, se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable respuesta rendimiento total de fruto en kg/ha y donde se obtuvo alta significancia estadística entre tratamientos.

Tabla 29.

Análisis de varianza para la variable rendimiento total de fruto en kg/ha de cuatro tratamientos de fungicidas sistémicos y protectantes.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9966.1	7	1423.7	21.86	<0.0001
BLOQUES	46.39	3	15.46	0.24	0.8686
TRATAMIENTOS	9919.7	4	2479.9	38.07	<0.0001
Error	781.64	12	65.14		
Total	10748	19			

Según el análisis de varianza presentado en la tabla 29, para la variable rendimiento total de fruto en kg/ha, existe alta significancia estadística entre tratamiento por lo que se procedió realizar prueba múltiple de medias DGC.

Tabla 30.

Agrupación según prueba múltiple de media DGC al 1% de significancia para la variable rendimiento total de fruto en kg/ha.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T4	101307	4	4.04	A
T2	80512	4	4.04	B
T1	76023	4	4.04	B
T3	49660	4	4.04	C
Testigo	39318	4	4.04	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Según la prueba múltiple de medias DGC presente en el cuadro 30, la cual determino que el tratamientos 4 con rendimientos de 101,307 kg/ha conforma la Agrupación A en primer lugar y los tratamientos T2 y T1 que conforman los programas de fungicidas Sistémicos-Protectantes, respectivamente ambos tratamientos conforma la Agrupación B según DGC, además estadísticamente son iguales, estos tratamientos fueron los que presentaron los mayores rendimientos totales, por último tenemos los tratamientos T3 y el Testigo con 49,660 y 39,318

Kg/Ha los cuales se encuentran agrupados en la categoría C, son los tratamientos que presentaron los menores rendimientos totales. Estos resultados son el reflejo de la eficacia de control que ejercieron los tratamientos T4 (Fungicidas Sistémicos) y los tratamientos T2 y T1 (Fungicidas Sistémicos-Protectantes) sobre *Pseudoperonospora cubensis* lo que permitió que la planta se desarrollara vigorosamente con menor daño causado por esta enfermedad lo que permitió que el cultivo expresara su mayor potencial de rendimiento, lo contrario sucedió con el resto de tratamientos que presentaron un menor rendimiento a causa del daño que causa este patógeno durante el ciclo del cultivo.

10.4.1 Rendimiento por categoría en kg/ha.

a) **Rendimiento de fruto de primera categoría en kg/ha.** En la tabla 31, se observan los resultados del análisis de varianza para la variable de rendimiento de fruto de primera categoría en kg/ha el cual determino que existe alta significancia estadística entre tratamientos por lo que se recomienda realizar una prueba múltiple de medias DGC para determinar diferencias reales entre tratamiento.

Tabla 31.

Análisis de varianza para rendimiento de frutos de primera categoría.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3784.15	7	540.59	17.89	<0.0001
BLOQUES	23.03	3	7.68	0.25	0.857
TRATAMIENTOS	3761.12	4	940.28	31.12	<0.0001
Error	362.61	12	30.22		
Total	4146.76	19			

Según el análisis de varianza presentado en la tabla 31, para la variable rendimiento de fruto de primera categoría, existe alta significancia estadística entre tratamiento por lo que se procedió realizar prueba múltiple de medias DGC.

Tabla 32.

Agrupación según prueba múltiple de media DGC al 1% de significancia para la variable rendimiento de fruto de primera categoría en kg/ha.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T4	56250	4	2.75	A
T2	43523	4	2.75	B
T1	40796	4	2.75	B
T3	25966	4	2.75	C
Testigo	17216	4	2.75	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

De acuerdo a la prueba múltiple de medias DGC que se presenta en la tabla 32, el tratamiento 4 (Fungicidas Sistémicos) con 56,250 kg/ha y se agrupa en la categoría A y los tratamientos 2 (Fungicidas Sistémicos-protectantes) y el tratamiento 1 (Fungicidas Sistémicos-protectantes) con 43,523 kg/ha y 40,795.50 kg/ha respectivamente se posiciona en segundo lugar en esta investigación por lo tanto DGC los agrupa en la categoría B, estadísticamente son iguales por sus rendimientos y por último tenemos a los tratamientos 3 (Fungicidas Protectantes) con 25,966 kg/ha y el Testigo con 17,216 kg/ha de primera categoría, ambos tratamientos DGC los agrupa en la categoría C los cuales son los tratamientos que presentaron los menores rendimientos de fruto de primera categoría.

b) Rendimiento de fruto de segunda categoría en kg/ha. El análisis de varianza para la variable frutos de segunda categoría muestra que existen alta significancia estadística entre tratamientos (Tabla 33).

Tabla 33.

Análisis de varianza para la variable frutos de segunda categoría.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	514.1	7	73.44	6.93	0.0019
BLOQUES	14.67	3	4.89	0.46	0.7145
TRATAMIENTOS	499.4	4	124.9	11.8	0.0004
Error	127.3	12	10.6		
Total	641.4	19			

Según el análisis de varianza presentado en la tabla 33, existe alta significancia estadística entre tratamientos por lo que se procedió a realizar la prueba múltiple de medias.

Tabla 34.

Agrupación según prueba múltiple de media DGC al 1% de significancia para la variable rendimiento fruto de segunda categoría en kg/ha.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T4	23636	4	1.63	A
T1	20852	4	1.63	A
T2	19943	4	1.63	A
T3	12898	4	1.63	B
Testigo	10511	4	1.63	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

De acuerdo a la prueba de medias presente en la tabla 34, los mejores tratamientos para la variable frutos de segunda categoría son los tratamiento 4 (Fungicidas Sistémicos) con un rendimiento de 23,636 kg/ha, Tratamiento 1 (Fungicidas Sistémicos-protectantes) con 20,852 kg/ha y el tratamiento 2 (Fungicidas Sistémicos-protectantes) con un rendimiento de 19,943 kg/ha estadísticamente estos tratamientos son iguales debido a que todos se agrupan en la categoría A según esta prueba múltiple de medias. Por último tenemos al tratamiento 3 (Fungicidas Protectantes) con 12,898 kg/ha y el Testigo con un rendimiento de 10511 kg/ha de frutos de segunda categoría ambos tratamientos DGC lo agrupa en la categoría B, además son los tratamientos que presentaron el menor rendimiento de segunda categoría.

c) **Rendimiento de fruto de tercera categoría en kg/ha.** Según el análisis de varianza para la variable de fruto de tercera categoría presente en la tabla 35 muestra que existe alta significancia estadística entre tratamientos, por lo que se recomienda realizar una prueba múltiple de medias de DGC.

Tabla 35.

Análisis de varianza para la variable fruto de tercera categoría.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	308.32	7	44.05	4.25	0.0139
BLOQUES	8.03	3	2.68	0.26	0.8539
TRATAMIENTOS	300.29	4	75.07	7.25	0.0033
Error	124.27	12	10.36		
Total	432.58	19			

Según el análisis de varianza presentado en la tabla 35, existe alta significancia estadística entre tratamientos por lo que se procedió a realizar la prueba múltiple de medias DGC.

Tabla 36.

Agrupación según prueba múltiple de media DGC al 1% de significancia para la variable rendimiento de fruto de tercera categoría en kg/ha.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T4	21421	4	1.61	A
T2	17046	4	1.61	B
T1	14375	4	1.61	B
Testigo	11591	4	1.61	B
T3	10796	4	1.61	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

De acuerdo a los resultados de la prueba múltiple de medias presente en la tabla 36, para rendimiento de frutos de tercer categoría esta la conforma dos grupos, en el grupo A se encuentra el tratamiento de mayor rendimiento en esta categoría donde podemos observar al tratamiento 4

(Fungicidas Sistémicos) con 21,421 kg/ha, siendo el tratamiento que presenta el mayor rendimiento de frutos de tercera categoría.

En la agrupación B se encuentran los tratamientos 2 (Fungicidas Sistémicos-protectantes) con 17,046 kg/ha, tratamiento 1 (Fungicidas Sistémicos-protectantes) con una media de 14,375 kg/ha, el Testigo con 11,591 kg/ha y el tratamiento 3 (Fungicidas Protectantes) con 10,796 kg/ha, estadísticamente estos tratamientos son iguales, estos cuatro tratamientos son los que presentaron los menores rendimientos de fruta de tercera categoría.

10.4.2 Distribución de los frutos por categorías en kg/ha y porcentaje

Al finalizar el control, luego de las aplicaciones de los fungicidas, se realizó la cosecha clasificando cada uno de los tratamientos se estableció por categorías, tamaño y peso por pepino cosechado en cada tratamiento.

Tabla 37.

Valores de rendimiento en kg/ha y porcentaje.

TRATAMIENTOS	TOTALES	1ra	%	2da	%	3ra	%
	kg/ha	kg/ha		kg/ha		kg/ha	
Tratamiento 1	76023	40796	53.66	20852	27.43	14375	18.91
Tratamiento 2	80512	43523	54.06	19943	24.77	17046	21.17
Tratamiento 3	49660	25966	52.29	12898	25.97	10796	21.74
Tratamiento 4	101307	56250	55.52	23636	23.33	21421	21.14
Testigo	39318	17216	43.79	10511	26.73	11591	29.48

En la tabla 37 se presentan los valores de rendimientos total, y por categorías de tamaño (primera, segunda y tercera) y su respectivo porcentaje, donde se observa que el tratamiento 4 (Fungicidas Sistémicos) presento el mayor rendimiento total y de fruta de primera categoría comparado con los otros tres tratamientos, además, este tratamiento es el que presento la mayor eficacia de control sobre *Pseudoperonospora cubensis* por ende plantas con mayor vigor y mayor potencial de rendimiento. En segundo lugar, el tratamiento 2 (Sistémicos-Protectantes) presenta el mayor rendimiento de fruto de primera y tercera categoría y en tercer lugar el

tratamiento 1 (Sistémicos-Protectantes) que se mantuvo abajo sobre los rendimientos de primera y tercera categoría en comparación del tratamiento 2, pero lo supero en el rendimiento de segunda categoría. En cuarto lugar, se encuentra el tratamiento 3 (Protectantes) quien presento los rendimientos más bajos en comparación de los demás tratamientos, pero supero al testigo que se encuentra en quinto y último lugar esto se debió a que el desarrollo de *Pseudoperonospora cubensis* fue agresivo sobre las plantas evaluadas lo que permitió que la planta sucumbiera ante el patógeno en menor tiempo, disminuyendo el número de frutos por planta y el tamaño (largo y diámetro) de los mismos.

10.5 Análisis económico

El análisis económico se realizó en base a la relación beneficio/costo, con los resultados obtenidos en la producción de cada tratamiento expresado en kg/ha. Los frutos se comercializaron a un precio promedio ponderado de Q. 1.56 por kg, obteniéndose así la relación existente entre los tratamientos, partiendo de los precios que se registraron en el mes de junio y julio del año 2017, siendo para primera categoría Q. 1.47 kg, segunda categoría Q. 0.88 kg y tercera categoría Q. 0.63 kg.

A continuación se presentan los datos del costo total de cada hectárea de producida ordenada por el tratamiento que se aplicó, restando este costo total al valor de la producción se estima la rentabilidad de la misma o se realizó la estimación del incremento porcentual del rendimiento por tratamiento aplicado, derivado del rendimiento por hectárea de la producción control.

Tabla 38.

Comparativo de las utilidades/ha que presentaron los cuatro tratamientos de fungicidas sistémicos y protectantes para el control de mildiu vellosa en el cultivo de pepino.

Tratamiento	kg/ha	Costo (Q)	Ingresos (Q)	Utilidad (Q)	Rentabilidad (%)	Beneficio/Costo (Q)
T1	76023	42115.00	87375.40	45260.40	107	1.07
T2	80512	27676.50	92267.63	64591.13	233	2.33
T3	49660	27112.50	56321.74	29209.24	108	1.08
T4	101307	42679.00	116982.41	74303.41	174	1.74
Testigo	39318	25675.00	41859.53	16184.53	63	0.63

Precio promedio ponderado de 1 Kg. de fruto= Q. 1.56

En la tabla 38, se presenta los valores totales así como en valores porcentuales se demuestra que la más alta rentabilidad la presenta la producción total que reportó la hectárea en donde se aplicó el tratamiento 2 (Sistémicos-Protectantes) con Q64591.13, 233% de Rentabilidad y un Beneficio/Costo de 2.33 respectivamente.

Luego el Tratamiento 4 (Sistémicos) con Q74303.41, 174% de Rentabilidad y un Beneficio/Costo de 1.74. Por lo tanto los costos totales de la producción de cada tratamiento varían según el costo de aplicación de cada fungicida en cada programa y tratamiento, los tratamientos 2, 3 y 5 sus costos son bajos en comparación a los tratamientos 1 y 4 que sus costos totales de la producción sobrepasan a los demás, dándose una variabilidad en el porcentaje de rentabilidad.

11.CONCLUSIONES

Los tratamientos que presentaron la menor incidencia de *Pseudoperonospora cubensis* a los 40 dds fue el tratamiento 4 (sistémicos) (23.61%), en segundo lugar se posiciono el tratamiento 2 (sistémicos-protectantes) (77.78%).

El tratamiento que presentó el menor porcentaje de severidad de *Pseudoperonospora cubensis* a los 80 dds fue el tratamiento 4 (fungicidas sistémicos) con un 96% de severidad sobre las plantas evaluadas, seguido del tratamiento T1 y T2 (combinación de fungicidas sistémicos protectantes) con 98.5% y 98.75% de severidad respectivamente.

Para eficacia de control los tratamientos que presentaron los mejores resultados fueron el tratamiento 4 (Fungicidas sistémicos) con 4% de eficacia sobre *Pseudoperonospora cubensis* a los 80 dds seguido del tratamiento 1 (Fungicidas sistémicos protectantes) con 1.5% y el tratamiento T2 (Fungicidas sistémicos protectantes) con 1.25% de eficacia de control sobre este patógeno.

Los tratamientos que presentaron los mayores rendimientos fueron el tratamiento T4 (fungicidas sistémicos) con 101,306.8 Kg/Ha seguido del tratamientos T2 (Combinación fungicidas sistémicos/protectantes) con 80,511 kg/ha y el tratamiento T1 (Combinación fungicidas sistémicos/protectantes) con 76,023 Kg/ha.

De acuerdo al análisis económico los tratamientos que presentaron los mayores valores de la relación benéfico costo fueron el T2 (combinación de fungicidas sistémicos/protectantes) y T4 (Fungicidas sistémicos) con los respectivos valores de 2.33 y 1.74 respectivamente.

12.RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar y realizar alternancias de productos sistémicos y protectantes ya que demuestran tener mayor efectividad aplicándolos alternamente para no crear resistencia, demuestran un buen control en el combate de mildiu velloso, tomándolo en cuenta dentro de un programa de manejo integrado y por ende reduce los costos de aplicación.

Se recomienda evaluar distintas fechas de inicio de aplicación de los fungicidas, disminuir o acortar los intervalos de aplicación además de incluir otros cuidados que permitan disminuir el contagio de mildiu velloso en el cultivo de pepino, realizando comparaciones con la prueba piloto realizada en esta investigación y determinando la rentabilidad en los distintos casos.

Se recomienda realizar otras investigaciones con otros ingredientes activos que sean de diferente grupo químico y que presenten otro modo de acción, con el objetivo de tener alternativas de rotación de moléculas para programas de control.

Se recomienda utilizar variedades o híbridos de Pepino con resistencia al ataque de Mildiu Velloso (*Pseudoperonospora cubensis*) para garantizar una planta sana y vigorosa para que pueda explotar su potencial de rendimiento.

13.BIBLIOGRAFÍA

Abbott, W.S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Entomology* 18:226-267.

Agrios, G. (1980). *Fitopatología*. 2 ed. México, LIMUSA. p 281-487.

Arysta LifeScience (2014). Ficha de Seguridad Captan 50 WP. Archivo PDF. Disponible.

www.arystalifescience.cl/productos/detalle.asp?productos.

www.sag.cl/content/etiqueta-captan-80-wp.

Basf (2012). Ficha de Seguridad Bellis 380 WP. Archivo PDF.

Disponible. www.basf.cl/sac/web/chile/es/agro/productos/fungicidas/bellis.

Bayer CropScience (2014). Ficha de Seguridad Infinito 687.5 SC. Archivo PDF. Disponible.

www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/.../Folleto_Infinito.pdf.

Bayer CropScience (2014). Ficha de Seguridad Positron Duo 69 WP. Archivo PDF. Disponible.

[www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/.../Folleto_Positron Duo.pdf](http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/.../Folleto_Positron_Duo.pdf).

Biodiversidad de Nicaragua (bio-nica). (2009). Biblioteca virtual. Guía técnica del pepino. PDF.

Biosciences (2013). Ficha de Seguridad Ramman 40 SC. Archivo PDF. Disponible.

[www.agroproca.com/productos/Folleto Ramman.pdf](http://www.agroproca.com/productos/Folleto_Ramman.pdf).

Cámara de Sanidad Agropecuaria y de Fertilizantes (CASAFA) (2009). *Fungicidas*. Buenos Aires, Argentina. 2065-2037 p.

Carmona, M. (2010). *Plant Disease* 84: 1246-1249 p.

Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV).2006 Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico. Cuba.PDF.

Compañía de desarrollo de semillas y plantas de verduras (Seminis). (2010). Pepino.

Dow AgroSciences (2010). Ficha de Seguridad Cobrethane 61.1 WP. Archivo PDF. Disponible. promoagro.net/agroquimicos-y-fertilizantes.../cobrethane-61-1-wp/.

Disagro (2014). Ficha de Seguridad Prix 50 SC. Archivo PDF. Disponible. [_www.disagro.com/es/producto/fungicidas/Prix50SC](http://www.disagro.com/es/producto/fungicidas/Prix50SC).

Egan. A. (1995). Past history and future prospects for fungicides for the control of *Phytophthora infestans* on potatoes, Boole in conjunction with Teagasc, pp. 160-170

FAO (2008). Panorama de la agricultura y la alimentación. Informe mundial. Roma, Italia. 15 p.

Fernández, E. (1999). Bases de las estrategias de control químico. PROINPA en Bolivia. Revista Latinoamericana de la hortalizas 11: 1-25.

Infoagro (2010) El cultivo del pepino. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/pepino.asp>.

Patiño, L. R, M. (2001). Aislamiento e identificación de hongos fitopatógenos y evaluación de fungicidas frente a los hongos más relevantes en vid (*vitis vinífera*).35-45 p.

Pumisacho y Sherwood. (2002). El cultivo de la papa en el Ecuador, INIAP, CIP, Ecuador, pp. 21-161.

Schwinn. F. (1991). Control with chemicals, Advances in plant pathology, Academic Press Limited. San Diego. USA. pp. 225-265

Syngenta (2003). Ficha de Datos de Seguridad, Revus Opti 25 SC. Archivo PDF. Disponible.
[http://cms.fideck.com/userfiles/duwest/webmaster/file/descargas_esp/agricola/Revus+Opti+25+ SC.pdf](http://cms.fideck.com/userfiles/duwest/webmaster/file/descargas_esp/agricola/Revus+Opti+25+SC.pdf).

14.ANEXOS

Tabla 39.

Prueba de Shapiro-Wilks.

Variable	n	Media	D.E.	W*	P(Unilateral D)
Severidad 45 dds	20	37.90	14.80	0.87	0.0257
Severidad 50 dds	20	57.35	14.65	0.86	0.0122
Severidad 75 dds	20	91.70	6.47	0.88	0.0316
Severidad 80 dds	20	98.50	1.73	0.72	0.0001
Eficacia de control 45 dds	20	28.11	26.97	0.83	0.0036
Eficacia de control 50 dds	20	17.96	20.63	0.80	0.0001
Eficacia de control 75 dds	20	6.67	6.49	0.87	0.0224
Eficacia de control 80 dds	20	1.50	1.73	0.72	0.0001

Figura 6. Parcela Bruta.

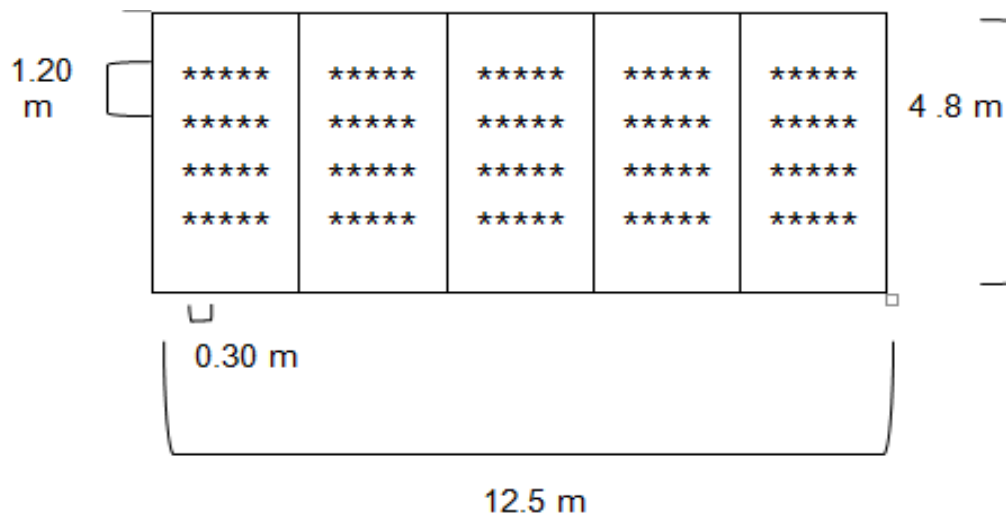


Figura 7. Parcela Neta.

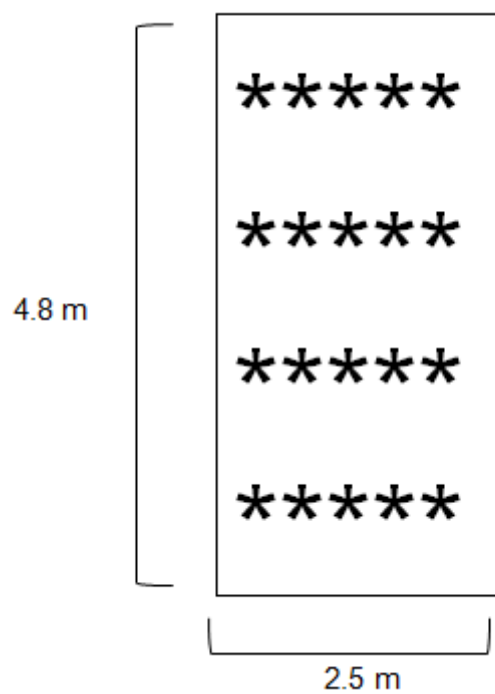


Figura 8. Características de la unidad experimental.



Figura 9. Área del ensayo experimental.



Tabla 40.

Fechas de toma de lecturas.

Lectura	Descripción	DDS	Fecha
1	Lectura	45	06/06/2017
2	Lectura	50	10/06/2017
3	Lectura	75	02/07/2017
4	Lectura	80	07/07/2017

Figura 10. Ataque del patógeno e identificación de la enfermedad 26 dds, 18/05/17.



Figura 11. Tratamiento 1 (Fungicidas Sistémicos-protectantes) Vrs Tratamiento 5 (Testigo) 55 dds.



Figura 12. Tratamiento 5 (Testigo) Vrs Tratamiento 4 (Fungicidas Sistémicos) 60 dds.



Figura 13. Tratamiento 5 (Testigo) Vrs Tratamiento 4 (Fungicidas Sistemicos) 60 dds.



Figura 14. Tratamiento 5 (Testigo) Vrs Tratamiento 4 (Fungicidas Sistémicos) 70 dds.



Figura 15. Tratamiento 2 (Fungicidas Sistémicos-protectantes) Vrs Tratamiento 5 (Testigo) 75 dds.



Figura 16. Recolectando datos de cosecha.

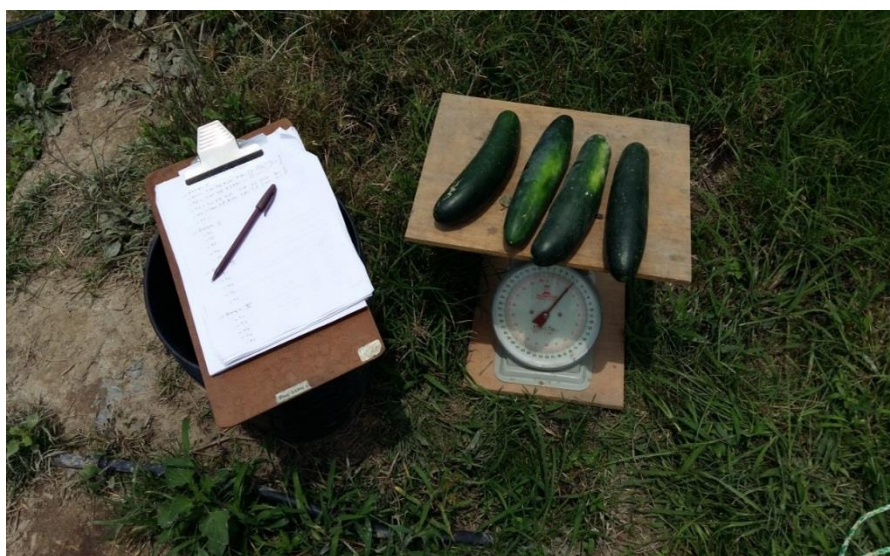


Figura 17. Recolectando datos de cosecha de primera, segunda y tercera categoría.



15.CRONOGRAMA DE TRABAJO

Actividad	Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio			
Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Preparación del terreno					x															
Instalación de sistema de riego por goteo					x															
Siembra							x													
Control de malezas							x				x									
Nutrición							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Riegos						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
Control de plagas							x	x				x								
Cosecha															x	x	x	x		
Manejo del experimento							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Toma de datos											x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Análisis de la información																x	x	x	x	
Elaboración de informe final																			x	x
Realización de Parcela pre comercial		x	x																	