

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EFICACIA DE QUINOXYFEN PARA EL CONTROL DE  
MILDIÚ POLVORIENTO EN MELÓN; LA FRAGUA, ZACAPA  
TESIS DE GRADO

**EDGAR ANTONIO CASTILLO JUÁREZ**  
CARNET 20517-08

ZACAPA, OCTUBRE DE 2015  
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EFICACIA DE QUINOXYFEN PARA EL CONTROL DE  
MILDIÚ POLVORIENTO EN MELÓN; LA FRAGUA, ZACAPA  
TESIS DE GRADO

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

POR  
**EDGAR ANTONIO CASTILLO JUÁREZ**

PREVIO A CONFERÍRSELE  
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS  
HORTÍCOLAS

ZACAPA, OCTUBRE DE 2015  
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, 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**

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS  
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES  
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

ING. EDGAR ROLANDO GUIROLA OSORIO

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

Guatemala 30 de Octubre de 2015

Consejo de Facultad  
Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Edgar Antonio Castillo Juárez, carné 20517-08, titulada: "Eficacia de Quinoxifen para el control de mildiú polvoriento en melón; Zacapa".

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

Atentamente,



Ing. M.A. Edgar Rolando Guirola Osorio  
Colegiado no. 2787  
Cod. URL 16796



Universidad  
Rafael Landívar  
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 06373-2015

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante EDGAR ANTONIO CASTILLO JUÁREZ, Carnet 20517-08 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS, del Campus de Zacapa, que consta en el Acta No. 0697-2015 de fecha 14 de octubre de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EFICACIA DE QUINOXYFEN PARA EL CONTROL DE  
MILDIÚ POLVORIENTO EN MELÓN; LA FRAGUA, ZACAPA

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS HORTÍCOLAS.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 22 días del mes de octubre del año 2015.

  
ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar



## AGRADECIMIENTOS

A:

Dios, por sus bendiciones y permitirme llegar a esta meta

Universidad Rafael Landívar

Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas

Ing. Agro. Edgar Rolando Guirola Osorio, por su valiosa asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

AGROEXPORTADORA MUNDIAL, S.A. Por la oportunidad de haber realizado mi trabajo de investigación.

Francisco Arturo Samayoa, Julio Zúñiga y Carlos Zúñiga, por todo su apoyo en la realización de esta investigación.

AGROEXPORTADORA MUNDIAL, S.A., por permitirme el uso de las moléculas en mi trabajo de investigación. Principalmente el Departamento de Protección Vegetal.

## DEDICATORIA

A:

**Dios:** Por todas las bendiciones recibidas a lo largo de mi vida y por darme la oportunidad de llegar a este momento.

**Mis Padres:** Antonio Castillo Ramírez.  
Rosa Emérita Juárez Felipe.  
Por todo su amor y sacrificio, por hacer de mí un hombre de bien y de principios.

**Mis hermanos:** Xiomara Castillo.  
María del Carmen Castillo.  
Jayron Leonel Castillo y Víctor Manuel Castillo.  
Por su apoyo y por estar siempre conmigo.

**A mis Amigos:** Por su apoyo y consejos, por los gratos momentos vividos.

## INDICE GENERAL

	<b>Página</b>
RESUMEN	i.
SUMMARY	ii.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	2
2.1 ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE MELÓN	2
2.1.1 Taxonomía y morfología	3
2.1.2 Ciclo de Vida	6
2.2 MILDIÚ POLVORIENTO ( <i>Sphaerotheca fuliginea</i> y <i>Erysiphe cichoracearum</i> )	7
2.2.1 Clasificación Taxonómica	7
2.2.2 Organismo causal	7
2.2.3 Síntomas	10
2.2.4 Ciclo de la enfermedad	11
2.3 DESCRIPCIÓN DE LOS FUNGICIDAS A EVALUAR	13
2.3.1 Antecedentes	15
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
IV. OBJETIVOS	19
4.1 GENERAL	19
4.2 ESPECÍFICOS	19
V. HIPÓTESIS	20
VI. METODOLOGÍA	21
6.1 LOCALIZACIÓN	21
6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL	22
6.3 FACTORES A ESTUDIAR	22
6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	23
6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	23
6.6 MODELO ESTADÍSTICO	24
6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL	24

6.8	CROQUIS DE CAMPO	25
6.9	MANEJO DEL EXPERIMENTO	25
6.10	VARIABLES DE RESPUESTA	26
6.11	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	27
6.11.1	Área bajo la curva del progreso de la enfermedad	28
6.11.2	Análisis económico	29
6.11.3	Análisis estadístico	29
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
7.1	SEVERIDAD DEL MILDIÚ POLVORIENTO	30
7.1.1	Análisis de cada lectura	30
7.1.2	Análisis general combinado con las cinco lecturas	38
7.1.3	Análisis de los fungicidas por lectura en relación a la Interacción de cada factor (fungicidas*dosis)	39
7.1.4	Analisis combinatorio general de las cinco lecturas	44
7.1.5	Eficacia de los tratamientos evaluados	45
7.1.6	Area bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE)	48
7.2	RENDIMIENTO BRUTO	49
7.3	RENDIMIENTO NETO	51
7.4	FACTORES DE CALIDAD	54
7.5	ANÁLISIS ECONÓMICO	55
7.6	PROGRAMA FITOSANITARIO	57
VIII.	CONCLUSIONES	59
IX.	RECOMENDACIONES	60
X.	BIBLIOGRAFIA	61
XI.	ANEXOS	63

## INDICE DE CUADROS

CUADRO 1.	Fenología del cultivo de melón.	6
CUADRO 2.	Diferencia de razas del mildiú polvoriento en el cultivo de melón.	9
CUADRO 3.	Características de los fungicidas evaluados para el control de mildiú polvoriento en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala, 2013.	14
CUADRO 4.	Factores estudiados en la eficacia del Quinoxifen para el control del mildiú polvoriento en melón Zacapa, 2013.	22
CUADRO 5.	Descripción de los tratamientos evaluados para el control del mildiú polvoriento en el cultivo de melón.	23
CUADRO 6.	Tamaño de fruta por unidad en caja a exportar al mercado internacional.	26
CUADRO 7.	Escalas para medir niveles severidad propuesta por Fujiwara y Fujii (2000).	28
CUADRO 8.	Resultados de los análisis de varianza en un diseño de boques completos al azar sobre la severidad realizados en cinco monitoreos, para determinar la eficacia del Quinoxifen en tres dosis para el control del mildiú polvoriento en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala, 2013.	30
CUADRO 9.	Temperatura y humedad relativa media general diario en el periodo de la investigación, en el cultivo de melón valle de la fragua Zacapa.	32
CUADRO 10.	Prueba de DGC para el porcentaje de severidad del mildiú polvoriento en el cultivo de melón a los siete días después de la primera aplicación (06/02/2013) de los tratamientos, Zacapa, Guatemala, 2013.	35
CUADRO 11.	Prueba de DGC para el porcentaje de severidad del mildiú polvoriento en el cultivo de melón a los siete días después de la segunda aplicación (13/02/2013) de los tratamientos. Zacapa, Guatemala, 2013.	36

CUADRO 12. Prueba de DGC para el porcentaje de severidad del mildiú polvoriento en el cultivo de melón a los siete días después de la tercera aplicación (20/02/2013) de los tratamientos. Zacapa, Guatemala, 2013.	37
CUADRO 13. Prueba de DGC para el porcentaje de severidad del mildiú polvoriento en el cultivo de melón a los siete días después de la cuarta aplicación (05/03/2013) de los tratamientos. Zacapa, Guatemala, 2013.	38
CUADRO 14. Prueba de DGC del porcentaje de severidad combinada con las cinco lecturas por cada tratamiento en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala, 2013.	39
CUADRO 15. Resultados de los análisis de varianza de bloques completos al azar con arreglo combinatorio 4x3, sobre la severidad realizada en las cinco lecturas, para determinar la eficacia del Quinoxifen en tres dosis para el control del mildiú polvoriento en el cultivo de melón.	40
CUADRO 16. Rendimiento bruto, distribución en porcentajes de tamaño de frutos en el cultivo de melón, Zacapa 2013.	50
CUADRO 17. Estándares de tamaño de fruta al mercado internacional.	51
CUADRO 18. Diferencia del rendimiento bruto y neto (kg/ha), en el cultivo de melón tipo Harper, Estandzuela, Zacapa, Guatemala, 2013.	53
CUADRO 19. Costo de producción de una hectárea en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala, 2013.	55
CUADRO 20. Beneficio/costo en la producción de melón tipo Cantaloupe (Harper) en la evaluación de Quinoxifen para el control del mildiú polvoriento Estandzuela, Zacapa, Guatemala, 2013.	56
CUADRO 21. Beneficio/costo en la producción de melón tipo Cantaloupe (Harper) en la evaluación de Quinoxifen para el control del mildiú polvoriento Estandzuela, Zacapa, Guatemala, 2013.	58
CUADRO 22. Cronograma de las actividades del experimento.	68
CUADRO 23. Análisis de Varianza para la primera lectura de severidad evaluada del mildiú polvoriento en el cultivo de melón.	69

CUADRO 24. Análisis de Varianza para la segunda lectura de severidad evaluada del mildiú polvoriento en el cultivo de melón.	69
CUADRO 25. Análisis de Varianza para la tercera lectura de severidad evaluada del mildiú polvoriento en el cultivo de melón.	69
CUADRO 26. Análisis de Varianza para la cuarta lectura de severidad evaluada del mildiú polvoriento en el cultivo de melón.	70
CUADRO 27. Análisis de Varianza para la quinta lectura de severidad evaluada del mildiú polvoriento en el cultivo de melón.	70
CUADRO 28. Análisis de Varianza para el análisis combinado con las cinco lecturas de severidad evaluada del mildiú polvoriento en el cultivo de melón.	70
CUADRO 29. Análisis de Varianza DBCA con arreglo combinatorio 4x3, de la primera lectura de severidad evaluada del mildiú polvoriento en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala, 2013.	71
CUADRO 30. Análisis de Varianza DBCA con arreglo combinatorio 4x3, de la segunda lectura de severidad evaluada del mildiú polvoriento en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala, 2013.	71
CUADRO 31. Análisis de Varianza DBCA con arreglo combinatorio 4x3, de la tercera lectura de severidad evaluada del mildiú polvoriento en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala, 2013.	72
CUADRO 32. Análisis de Varianza DBCA con arreglo combinatorio 4x3, de la cuarta lectura de severidad evaluada del mildiú polvoriento en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala, 2013.	72
CUADRO 33. Análisis de Varianza DBCA con arreglo combinatorio 4x3, de la quinta lectura de severidad evaluada del mildiú polvoriento en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala, 2013.	73
CUADRO 34. Análisis de Varianza DBCA con arreglo combinatorio 4x3, del porcentaje de severidad general combinado con las cinco lecturas evaluadas del mildiú polvoriento en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala 2013. Datos transformados (RAIZ $\sqrt{X+1}$ ).	73

CUADRO 35. Análisis de Varianza del área bajo la curva del progreso de la enfermedad (mildió polvoriento) general combinado con las cinco lecturas.	74
CUADRO 36. Análisis de Varianza para el rendimiento bruto (kg/ha).	74
CUADRO 37. Análisis de Varianza para el rendimiento neto (kg/ha).	74
CUADRO 38. Análisis de Varianza para firmeza (kg/F) de la carnaza del fruto.	75
CUADRO 39. Análisis de Varianza para sólidos solubles (Grados Brix)	75
CUADRO 40. Datos originales transformados a porcentaje de severidad con la fórmula de Fujiwara y Fujii (2000) del mildió polvoriento en el cultivo de melón.	76
CUADRO 41. Datos originales de porcentaje de eficacia por cada tratamiento transformados con la fórmula de Abbott (1925) en el cultivo de melón.	77
CUADRO 42. Media de datos originales transformados a kg/ha de la variable rendimiento bruto (kg/ha).	77
CUADRO 43. Media de datos originales convertidos a kg/ha de la variable rendimiento neto (kg/ha).	78
CUADRO 44. Media de datos originales de firmeza (kg/F) de la carnaza del fruto.	78
CUADRO 45. Media de datos originales de sólidos solubles °Brix de la fruta.	79

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	Flores estaminadas masculinas y femeninas del cultivo de melón.	5
FIGURA 2.	Diferentes tipos de fruto o baya del cultivo de melón.	5
FIGURA 3.	Ubicación de la investigación.	21
FIGURA 4.	Croquis de campo y su arreglo aleatorio de los tratamientos.	25
FIGURA 5.	Tabla pictográfica de comparación de daño de severidad del mildiú polvoriento.	28
FIGURA 6.	Fórmula del área bajo la curva del progreso de la enfermedad.	28
FIGURA 7.	Comportamiento diario de temperatura en la Finca San Nicolás durante el periodo de esta investigación.	33
FIGURA 8.	Comportamiento diario de humedad relativa en la Finca San Nicolás durante el periodo de esta investigación.	33
FIGURA 9.	Prueba de DGC de la segunda lectura del mildiú polvoriento para el porcentaje de severidad de cada fungicida, Zacapa, Guatemala 2013.	41
FIGURA 10.	Prueba de DGC de la tercera lectura del mildiú polvoriento para el porcentaje de severidad de cada fungicida en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala 2013.	42
FIGURA 11.	Prueba de DGC de la quinta lectura del mildiú polvoriento para el porcentaje de severidad de la interacción fungicidas*dosis en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala 2013.	43
FIGURA 12.	Prueba de DGC del análisis combinado de las cinco lecturas del mildiú polvoriento, para el porcentaje de severidad de cada fungicida en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala 2013.	44
FIGURA 13.	Comportamiento de eficacia por lectura de los fungicidas con sus diferentes dosis, Zacapa, Guatemala, 2013.	46
FIGURA 14.	Comportamiento general del porcentaje de eficacia de los fungicidas y sus diferentes dosis, Zacapa 2013.	47

FIGURA 15.	Prueba de DGC del área bajo la curva del progreso de la enfermedad (mildiú polvoriento) general en el cultivo de melón Zacapa, Guatemala, 2013.	48
FIGURA 16.	Prueba de DGC en el rendimiento bruto total (kg/ha) por tratamiento, Zacapa 2013.	49
FIGURA 17.	Rendimiento neto total en kg/ha en el cultivo de melón tipo Harper, Estanzuela, Zacapa, Guatemala, 2013.	52
FIGURA 18.	Utilidad en la producción de melón tipo Cantaloupe (Harper) en la evaluación de la eficacia del Quinoxifen en tres dosis para el control del mildiú polvoriento Estanzuela, Zacapa, Guatemala, 2013.	57
FIGURA 19.	Síntomas de la enfermedad.	63
FIGURA 20.	Hoja presentando síntomas avanzados del mildiú polvoriento.	63
FIGURA 21.	Hojas presentando síntomas avanzados del mildiú polvoriento en el envés de la hoja.	63
FIGURA 22.	Manchas extensas polvorientas en una hoja de Melón.	64
FIGURA 23.	Numerosas manchas polvorientas blancas, circulares, observables en el haz de una hoja de Melón.	64
FIGURA 24.	Testigo Absoluto de la evaluación experimental de 4 fungicidas y tres dosis para el mildiú polvoriento en el cultivo de melón.	64
FIGURA 25.	Escala de Fujiwara y Fujii (2000) utilizada en la evaluación de Quinoxifen para el control del mildiú polvoriento en el cultivo de melón.	65
FIGURA 26.	Lecturas tomadas para la evaluación de Quinoxifen para el control del mildiú polvoriento en melón.	65
FIGURA 27.	Hojas infectadas por el mildiú polvoriento de las diferentes lecturas tomadas durante la evaluación.	66
FIGURA 28.	Aplicación foliar para el control preventivo del mildiú polvoriento en esta evaluación.	66
FIGURA 29.	Parcelas de cada tratamiento en esta evaluación.	66
FIGURA 30.	Conteo de fruta para el rendimiento bruto en esta evaluación.	67
FIGURA 31.	Tamaño de fruta evaluada en esta investigación.	67

FIGURA 32.	Peso de fruto para el rendimiento neto en esta evaluación.	67
FIGURA 33.	Toma de Firmeza de la carnaza en esta evaluación.	68
FIGURA 34.	Toma de sólidos solubles (Grados brix) en esta evaluación.	68

## **“EFICACIA DE QUINOXYFEN PARA EL CONTROL DE MILDIÚ POLVORIENTO EN MELÓN; LA FRAGUA, ZACAPA”.**

### **RESUMEN**

El objetivo de la presente investigación fue contribuir al control del mildiú polvoriento al evaluar el fungicida Quinoxifen en tres dosis y medir su efecto sobre el rendimiento y calidad de la fruta en el cultivo de melón, Valle de la Fragua, Zacapa. Los tratamientos evaluados fueron: Quinoxifen (145, 290 y 435 cc/ha), Boscalid + Pyraclostrobin (0.4, 0.6 y 0.8 kg/ha), Myclobutanil (220, 250 y 280 g/ha), Trifloxystrobin + Tebuconazole (0.5, 0.6 y 0.7 kg/ha) y un testigo absoluto. Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones con un total de 39 parcelas. Las variables evaluadas fueron: severidad, rendimiento bruto y neto, factores de calidad (concentración de sólidos solubles y firmeza). La variable severidad, fue evaluada a los 0, 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación; la variable rendimiento bruto fue evaluado a los 55 días después del trasplante; las variables rendimiento neto y factores de calidad se evaluaron el día de cosecha. De acuerdo a los resultados se concluyó que el Quinoxifen fue efectivo para el control del mildiú polvoriento. En el rendimiento, se concluyó que el fungicida Boscalid + Pyraclostrobin con dosis de 0.6 kg/ha, presentó mayor rendimiento que los demás tratamientos. En los factores de calidad se concluyó que los fungicidas no presentaron ningún efecto en concentración de sólidos solubles y firmeza de la fruta. En el análisis económico beneficio/costo se concluyó que el mejor tratamiento fue Boscalid + Pyraclostrobin con dosis de 0.6 kg/ha.

## **“EFFICIENCY OF QUINOXYFEN TO CONTROL POWDERY MILDEW IN THE PRODUCTION OF MELON; THE FRAGUA, ZACAPA”**

### **SUMMARY**

The objective of this research study was to contribute to the control of powdery mildew when evaluating the Quinoxifen fungicide using three doses, and to measure its effect on the yield and fruit quality in the production of melon, in La Fragua valley, Zacapa. The evaluated treatments were: Quinoxifen (145, 290, and 435 cc/ha), Boscalid + Pyraclostrobin (0.4, 0.6, and 0.8 kg/ha), Myclobutanil (220, 250, and 280 g/ha), Trifloxystrobin + Tebuconazole (0.5, 0.6, and 0.7 kg/ha), and an absolute check. A complete randomized block design with three replicates, with a total of 39 plots, was used. The evaluated variables were: severity, gross and net yield, quality factors (concentration of soluble solids and firmness). The severity variable was evaluated at 0, 7, 14, 21, and 28 days after the application; the gross yield variable was evaluated 55 days after the transplant; the net yield and quality factor variables were evaluated the next day. According to the results, it was concluded that Quinoxifen was effective to control powdery mildew. Regarding the yield, it was concluded that the Boscalid + Pyraclostrobin fungicide, at a dose of 0.6 kg/ha, showed the highest yield, compared with the other treatments. With regard to the quality factors, it was concluded that the fungicides did not show any effect on the soluble solid concentration and fruit firmness. It was concluded that regarding the economic analysis, the cost-benefit relationship was obtained with the Boscalid + Pyraclostrobin treatment, at a dose of 0.6 kg/ha.

## I. INTRODUCCIÓN

Según la encuesta agropecuaria del INE (2010), citado por Hernández (2011), el 96% de la producción de melón en Guatemala se concentra en Zacapa, Chiquimula, Jutiapa y Santa Rosa. El muestreo indica que la cosecha de este producto tiene dos ciclos uno de mayo a octubre y el segundo de noviembre a abril, y existen 77 fincas que suman una extensión de 12 mil hectáreas. El cultivo del melón es una fuente importante de trabajo, ya que da empleo directo en el campo (jornales por año) de 4,028,332 millones y a un equivalente de empleos de forma permanente por año de 14,387 (MAGA, 2011).

El cultivo de melón como cualquier otro, es afectado por diversas enfermedades, a nivel de todos sus órganos. Uno de estos es el mildiú polvoriento (*Sphaerotheca fuliginea* y *Erysiphe cichoracearum*), ya que se ha presentado con niveles de incidencia de 100% y severidad en ocasiones arriba del 50% presentado daño económico en la producción en cuanto a rendimiento y calidad de la fruta (Samayoa, 2012).

El Mildiú Polvoriento afecta fuertemente las plantaciones de melón en el Valle de la Fragua, debido a que muchos de los materiales utilizados son susceptibles a la enfermedad. Las condiciones climáticas de este valle favorecen al desarrollo de la enfermedad y no existen programas adecuados para el control preventivo. Razón por la cual ha llevado a las empresas agroexportadoras a buscar nuevas opciones para evitar daños severos en el cultivo, por lo que se ha convertido en un factor importante por las pérdidas económicas que ocasiona.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE MELÓN

El melón (*Cucumis melo* L.) es de la familia Cucurbitácea, cual comprende aproximadamente 750 especies distribuidas en 90 géneros, la mayoría de ellas adaptadas a zonas cálidas, en regiones tropicales y subtropicales. De esas 750 especies hay aproximadamente unas 30 que son especies cultivadas entre ellas la sandía (*Citrullus*), el pepino (*Cucumis*), la calabaza y el calabacín (*Cucurbita*) (Nuez y col, 1996; Morales, 2005; citado por Hernández, 2011).

El género *Cucumis* comprende 32 especies, algunas cultivables, el melón y el pepino son los cultivos más importantes y el resto son especies, pero son silvestres africanas. Dentro de este género, 30 especies, incluido el melón, presentan el número cromosómico básico de  $n = 12$  y únicamente dos de ellas, *C. sativus* L. y *C. hystrix* Chakravarty, presentan un número  $n = 7$  (Kerje y Grum, 2000; citado por Morales, 2005).

El origen se sitúa en África para las especies del género *Cucumis* con número cromosómico básico 12, mientras que *C. hystrix* Chakravarty y *C. sativus* tienen sus origen en China y de acá se distribuyó a Tailandia e India (Pirtat y col., 2000; citado por Morales, 2005).

El cultivo del melón se describió en el año 2000 a.c. en Egipto, Mesopotamia, este de Irán y China y en el año 1000 a.c. en la India. Desde el continente africano el melón se expandió hacia Asia y desde allí a Europa. La domesticación se produjo principalmente en Asia, en donde el comercio intensivo tuvo una rápida dispersión y diversificación de la especie en numerosos cultivares (Kerje y Grum, 2000; citado por Morales, 2005).

El melón posee mayor diversidad dentro del género *Cucumis* (Kirkbride, 1993; citado por Morales, 2005), y se observa en los frutos de las variedades cultivadas. Este polimorfismo ha llevado a los botánicos a proponer diferentes clasificaciones intraespecíficas, pero la clasificación más aceptada, divide el género en siete grupos; seis que incluyen las

variedades cultivadas (*cantalupensis*, *inodorus*, *conomon*, *flexuosus*, *dudaim*, *momórdica* y un grupo que incluye las variedades silvestres (*agrestes*) (Munger y Robinson, 1991; citado por Morales, 2005).

Por otro lado, el estudio con marcadores moleculares ha confirmado la división de la especie en dos subespecies (*subsp. Agrestis* y *subsp. Melo*) y ha propuesto a India y África como centros de diversificación (Perl-Treves *et al*, 1998; Silverstein *et al*, 1999; Stepansky *et al*, 1999; Monforte *et al*, 2003; citado por Morales, 2005).

### 2.1.1 Taxonomía y morfología

La clasificación taxonómica y botánica del melón es la siguiente:

Reino: Vegetal  
Subreino: Embriobionta  
División: Magnoliophyta  
Subdivisión: Magnoliophytina  
Clase: Magnoliopsida  
Subclase: Dillidae  
Orden: Violales  
Familia: Cucurbitáceae  
Género: *Cucumis*  
Especie: *Cucumis melo* L.  
(Dubón, 2006).

El melón por su origen es de clima templado, cálido y luminoso; suele presentar, en condiciones normales de cultivo, una vegetación exuberante con tallos pocos consistentes y tiernos que adquieren su mayor desarrollo en las estaciones secas y calurosas. Éste cultivo está ubicado dentro de las familias de las cucurbitáceas y es una planta herbácea, anual y rastrera. La planta desarrolla raíces abundantes con un crecimiento rápido entre los 30 y 40 cm de profundidad del suelo. La raíz principal alcanza hasta un metro de profundidad, siendo las raíces secundarias más largas que la principal

y muy ramificadas. La región de exploración y absorción de éstas se encuentran entre los 40 y 45 cm de profundidad (Zapata et al., 1989; Valadéz, 1994; Sabori et al., 1995; citado por SAGARPA, 2002).

De acuerdo con Casaca (2005), el cultivo de melón según su morfología se describe como:

**a) Planta**

Anual herbácea, de porte rastrero o trepador.

**b) Sistema radicular**

Abundante, muy ramificado y de rápido desarrollo.

**c) Tallo principal**

Están recubiertos de formaciones pilosas, y presentan nudos en los que se desarrollan hojas, zarcillos y flores, brotando nuevos tallos de las axilas de las hojas.

**d) Hoja**

De limbo orbicular aovado, reniforme o pentagonal, dividido en 3-7 lóbulos con los márgenes dentados. Las hojas también son vellosas por el envés.

**e) Flor**

Las flores son solitarias, de color amarillo y pueden ser masculinas, femeninas o hermafroditas. Las masculinas suelen aparecer en primer lugar sobre los entrenudos más bajos, mientras que las femeninas y hermafroditas aparecen más tarde en las ramificaciones de segunda y tercera generación, aunque siempre junto a las masculinas. El nivel de elementos fertilizantes influye en gran medida sobre el número de flores masculinas, femeninas y hermafroditas así como sobre el momento de su aparición. La polinización la realizan los insectos, principalmente abejas.



Figura 1. Flores estaminadas masculinas y femeninas del cultivo de melón.

#### f) Fruto

Su forma es variable (esférica, elíptica, aovada, etc.); la corteza de color verde, amarillo, anaranjado, blanco, etc., puede ser lisa, reticulada o estriada. La pulpa puede ser blanca, amarilla, cremosa, anaranjada, asalmonada o verdosa. La placenta contiene las semillas y puede ser seca, gelatinosa o acuosa, en función de su consistencia. Resulta importante que sea pequeña para que no reste pulpa al fruto y que las semillas estén bien situadas en la misma para que no se muevan durante el transporte.



Figura 2. Diferentes tipos de fruto o baya del cultivo de melón.

### **g) Semillas**

Son muy numerosas, de tamaño regular, ovaladas, achatadas y no marginadas (Tiscornia, 1974). Las semillas son ricas en aceite, con un endospermo escaso y sus cotiledones bien desarrollados (Anónimo, 1986; citado por SAGARPA, 2002).

#### **2.1.2 Ciclo de Vida**

Debido a las características climáticas propias que cuenta Guatemala, principalmente el Valle de La Fragua, el ciclo de vida del melón Cantaloupe es muy corto (Dubón, 2006).

La fenología del cultivo de melón se describe en el cuadro 1.

Cuadro 1. Fenología del cultivo de melón.

<b>No.</b>	<b>FENOLOGIA</b>	<b>DÍAS</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
1	Siembra	0	Es en pilón
2	Trasplante	14 - 18 Días de la siembra	Dos cotiledones, dos hojas verdaderas
3	Desarrollo de guía	14-16 Días del trasplante	Inicia desarrollo de la guía y continua dos o tres guías secundarias, inicio de flores masculinas
4	Flor femenina	22-24 días del trasplante	Inicio flores femeninas, requiere abejas para polinización dura 14 días
5	Cuajado y crecimiento de frutos	4 Días de polinización	Formación y crecimiento de fruto
6	Formación de la red	12-14 Después de cuaje del fruto	Forma red
7	Cosecha	54-56 Días de trasplante	Fruto formado con red

(Dubón; 2006).

En resumen, se pueden definir claramente cuatro etapas fenológicas en el cultivo: 1) crecimiento vegetativo, 2) floración y polinización, 3) cuajado y crecimiento de frutos y 4) cosecha (Dubón, 2006).

## 2.2 MILDIÚ POLVORIENTO (*Sphaerotheca fuliginea* y *Erysiphe cichoracearum*)

### 2.2.1 Clasificación Taxonómica

Dominio: Eucariota  
Reino: Fungi  
División: Ascomycota  
Clase: Archiascomycete  
Orden: Erysiphales  
Familia: Erysiphaceae  
Nombre científico: *Erysiphe cichoreacearum* y *Sphaerotheca fuliginea*  
(Kooistra, 1968; Sitterly, 1978; citado por Gonzales, Coca y Martínez, 2010).

### 2.2.2 Organismo causal

En reconocimiento del mildiú polvoriento (*Sphaerotheca fuliginea* y *Erysiphe cichoracearum*) es su micelio ya que es hialino y septado, desarrolla haustorios en las células epidermales de los hospederos. Los conidios son hialinos y granulares. La enfermedad afecta a las hojas y a los frutos, en plantas pequeñas pueden invadir todos los órganos. Inicia con manchas amarillas en haz o envés de las hojas con presencia de un polvo blanquecino. Luego se tornan amarillas y empiezan a secarse y posteriormente a veces caen. La infección, generalmente, comienza con condiciones de alta humedad en el ambiente (Semillas del caribe, 2012).

*Sphaerotheca fuliginea* (Schlechtend: Fr.) Pollaccu y *Erysiphe cichoracearum* DC, son los patógenos de mildiú polvoriento de las cucurbitáceas más frecuentes que la producen aunque se han reportado otros géneros y especies

Parece que *S. fuliginea* avanza rápidamente en los meses más cálidos. Las conidias de *E. cichoracearum* y *S. fuliginea* son difíciles de distinguir, y pocas veces se observan cleistotecios (Zittler et al, 2004; citado por Hernández, 2011).

La presencia de cuerpos fibrocinos en cleistotecios de *S. fuliginea* es utilizado para diferenciar estos hongos. Estos cristales se pueden observar mejor en conidias frescas montadas en una solución al 3 por ciento de KOH (Hidróxido de potasio) (Zittler et al, 2004; citado por Hernández, 2011).

Las temperaturas moderadas son propicias para el desarrollo del mildiú polvoriento (*Sphaerotheca fuliginea* y *Erysiphe cichoracearum*), su desarrollo óptimo se manifiesta entre los 26 y 28°C, aunque oscila entre los 22 y 31°C. Esta enfermedad presenta cuerpo de fibrosina bien desarrollados y visibles en preparaciones con tratamiento de KOH al 3%. En *E. cichoracearum* estos cuerpos están ausentes (González, Coca, y Martínez, 2010).

En el cuadro 2 se describe las diferencias de las razas del mildiú polvoriento (*Sphaerotheca fuliginea*, *Erysiphe cichoracearum* y *Podosphaera fusca*) en el cultivo de melón.

Cuadro 2. Diferencia de razas del mildiú polvoriento en el cultivo de melón.

<b><i>Sphaerotheca fuliginea</i></b>	<b><i>Erysiphe cichoracearum</i></b>	<b><i>Podosphaera fusca</i></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructuras rectas o ligeramente curvadas, tipo bastoncillo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructuras rectas o ligeramente curvadas, tipo bastoncillo.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produce tubos germinativos bifurcados y carece de apresorios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produce tubos germinativos rectos y apresorios no lobulados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produce conidios hialinos, elípticos de paredes delgadas, nacen de en cadenas a partir de conidióforos cortos que no se ramifican.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los bordes son crenados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los bordes son sinuosos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presenta cleistotecios globosos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cleistotecios tienen apéndices ramificados y un asca y miden entre 80 y 104 <math>\mu\text{m}</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cleistotecios tienen apéndices no ramificados y más de un asca (10 a 15 ascas) y miden entre 80 y 140 <math>\mu\text{m}</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cleistotecios miden 70 y 100 <math>\mu\text{m}</math>.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentan apéndices hifoides septados, numerosos e insertados basalmente.</li> </ul>		

(Modificado con datos de Zittler et al, 2004; citado por Hernández, 2011; Gonzales, Coca y Martínez, 2010).

La morfología de la línea de los bordes producida por conidias en cadenas inmaduras es una característica mejor para la diferenciación, porque los cuerpos fibrocitos desaparecen en los especímenes de herbario, y su presencia está influenciada por las condiciones ambientales (Zittler et al, 2004; citado por Hernández, 2011).

### 2.2.3 Síntomas

Disminuye el tamaño o el número de frutos, o la duración del tiempo en que se puede recolectar el cultivo. La calidad del fruto se puede reducir por escaldaduras solares o por una maduración prematura e incompleta cuyo resultado es escaso aroma (melón), poca posibilidad de almacenamiento (calabaza de invierno) y mangos de color de la corteza o arrugados y descoloridos (calabaza común) (Zittler *et al*, 2004; citado por Hernandez, 2011).

Esta enfermedad causa un daño severo a las plantas jóvenes en ambientes con temperaturas de 7 a 22 °C. Es una enfermedad bastante severa, que ocasiona más defoliación con una reducción de la cosecha en cantidad de frutos por planta y peso de los mismos (Semillas del caribe, 2012).

En cucurbitáceas cultivadas los síntomas característicos son manchas polvorientas blancas; sin embargo, a veces, cuando el huésped no es sensible o lo es poco, aparecen sobre este último unas manchas amarillentas sobre las cuales es evidente que estos oídios tienen algunas dificultades para fructificar (Blancard, 1996).

El mildiú polvoriento aparece en hojas, peciolo y yemas jóvenes de las cucurbitáceas, como una masa blanca como ceniza, compuesta de micelio denso y numerosas esporas. Bajo condiciones ambientales favorables, la superficie de la hoja se llena completamente, incluso llega a cubrir ambas superficies y además provocar defoliación prematura en las plantas. La infección puede alcanzar tejidos más profundos y llegar a tal grado que las hojas tomen una coloración amarilla, luego carmelita y finalmente secase (González, Coca, y Martínez, 2010).

En cuanto a la importancia económica, el mildiú polvoriento (*Sphaerotheca fuliginea*; *Erysiphe cichoracearum*) están extendidas por el mundo. Su potencial de colonización reduce la superficie funcional de las hojas; aunque es raro que ocasionen la muerte de las plantas, pero producen pérdidas de rendimiento y en la calidad de los frutos (Blancard, 1996).

#### **2.2.4 Ciclo de la enfermedad**

Puede iniciarse de conidios o de ascosporas. Estas estructuras en contacto con el hospedero en condiciones adecuadas, inician la germinación en dos horas. El primer tubo germinativo es corto y forma un apresorio. El primer haustorio al emerger, tiene tubos germinativos adicionales. Luego de cuatro días de infección los conidióforos se forman y se inicia la esporulación. Luego de cinco a seis días se completa el ciclo de vida de estos patógenos. Los cleistotecios se forman al transcurrir varias semanas, al final del ciclo vegetativo del cultivo y bajo condiciones ambientales adversas (González, Coca, y Martínez, 2010).

El mildiú polvoriento o cenicillas de las cucurbitáceas son parásitos obligados. Las fuentes primarias de inóculo son conidias dispersadas a largas distancias, desde cucurbitáceas cultivadas en invernadero o desde huéspedes alternativos. Estas permanecen viables de 7 a 8 días (Zittler, *et al*, 2004; citado por Hernández, 2011).

*S. fuliginea* y *E. cichoracearum* tienen un amplio tipo de huéspedes, probablemente huéspedes no cucurbitáceas que no sirven como una fuente principal de inóculo, por su especialización patológica (Zittler, *et al*, 2004; citado por Hernández, 2011).

El tiempo entre la infección y la aparición de los síntomas es normalmente de tres a siete días, lo suficiente para producir numerosas esporas. Las condiciones favorables incluyen el crecimiento denso de las plantas y la iluminación de baja intensidad, humedad relativa alta es favorable a la infección y la supervivencia conidial; sin embargo, puede aparecer infección con humedades relativas inferiores al 50 por ciento. (Zittler, *et al*, 2004; citado por Hernández, 2011).

La temperatura óptima para el desarrollo de la enfermedad es 20-27 °C; la infección puede aparecer entre 10 y 32 °C en condiciones de campo, el desarrollo del oídio se detiene a 38 °C y temperaturas superiores (Zittler, *et al*, 2004; citado por Hernández, 2011).

En todos los hospederos de estos patógenos, los primeros síntomas visibles de la enfermedad son colonias de micelios y conidios que semejan parches de pelusa o polvillo de color blanco a gris pálido, sobre el anverso de las hojas y vainas florales (especialmente en las hojas de más abajo), y a veces en las espigas. Este material fungoso superficial se quita fácilmente frotándolo con los dedos, el tejido del hospedero bajo el material fungoso se torna clorótico o necrótico y cuando la infección es grave, las hojas mueren. Luego se desarrollan, en los micelios, estructuras de fructificación negras y esféricas (cleistotecios) observables a simple vista (CIMMYT, 2012).

El mildiú polvoriento puede causar pérdidas que pueden ser desde el 50 hasta el 100% en la producción en Guatemala. El daño depende de las condiciones climáticas y el manejo del cultivo en el valle de la fragua; si ataca plantas pequeñas se llega a reducir la producción hasta 50% o más, depende del grado de infección (Zuñiga, 2012).

La resistencia genética que tiene el mildiú polvoriento a los fungicidas se debe a que el cultivo de melón en el Valle de la Fragua es producido en monocultivo, razón por la cual ha incrementado área de cultivo; por ello, se ha incorporado un control adecuado con fungicidas sistémicos que requiere el fruto y así el producto alcance al envés de las hojas y a la cubierta superior; sin embargo, se ha detectado una reducción de la resistencia por la forma de su manejo (Zuñiga, 2012).

El control químico, la resistencia a los fungicidas y el control múltiple que se hace a mildiú polvoriento hizo que las empresas productoras de melón del Valle de La Fragua, investigue y seleccione fungicidas nuevos para el control de dicha enfermedad, ya que esta resiste a los productos químicos utilizados en esta área como *Estrobirulin*: Azoxystrobin (Quadris), Clorotalonil + Azoxystrobina (Quadris Optis) y Azoxystrobin (Amistar) Cabrio (Boscalid + Pyraclostrobin) y Flint (Trifloxystrobin), estos fungicidas disminuyen moderadamente el control preventivo del mildiú polvoriento pero no puede ser controladas totalmente porque ya se adaptaron a la molécula y no se puede usar en

dosis más altas por las recomendaciones del panfleto de los fungicidas antes mencionados (Samayoa, 2012).

### **2.3 DESCRIPCIÓN DE LOS FUNGICIDAS A EVALUAR**

Actualmente el manejo del mildiú polvoriento en el cultivo de melón está basado en control cultural y control químico; dentro de las prácticas de manejo del control cultural tenemos: el control de malezas hospederas del patógeno, y la eliminación de rastrojos inmediatamente después de finalizada la cosecha. Para el control químico del mildiú polvoriento (*Erysiphe cichoracearum* y *Sphaerotheca fuliginea*), se están utilizando varios fungicidas entre los que se encuentran: Trifloxystrobin, Azufre, Pyraclostrobin, Myclobutanil y Mandipropamida (Samayoa, 2012).

Los fungicidas evaluados se describen en el cuadro 3.

Cuadro 3. Características de los fungicidas evaluados para el control de mildiú polvoriento en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala, 2013.

<b>NOMBRE COMERCIAL</b>	<b>INGREDIENTE ACTIVO</b>	<b>GRUPO QUÍMICO</b>	<b>MODO DE ACCIÓN</b>	<b>COMPATIBILIDAD</b>	<b>FITOTOXCICIDAD</b>
Quintec 25 SC	Quinoxifen 25% suspensión concentrada	Quinolinas	Impide la infección del hongo interfiriendo en las señales iniciales de infestación.	Compatible con mayoría de químicos	No se ha observado
Bellis 38 WG	Boscalid + Pyraclostrobin 38% Granulo Dispersable	Carboxanilide Estrobilurina	Afecta producción de energía de las células del hongo, afectando sus funciones vitales	Compatible con mayoría de químicos	No se ha observado
Rally 40 WP	Myclobutanil 40% Polvo Mojable	Triazol	Inhibe la biosíntesis de ergosterol	Compatible con mayoría de químicos Azufre, Mancozeb, Captan	No se ha observado
Nativo 75 WG	Trifloxystrobin + Tebuconazole 75% granulo dispersable	Estrobilurina + Triazol	Actúa en forma mesostémica, controlando varios géneros de hongos, afectando la funciones vitales.	No es compatible debe aplicarse solo	No se ha observado

(Dow AgroSciences, 2007; Basf, 2007; Dow AgroSciences 2009; Bayer CropSciences, 2009)

### 2.3.1 Antecedentes

Sobre referencia de mildiú polvoriento a algunos fungicidas en los Estados Unidos, se encontraron diferencias en la resistencia a los fungicidas, y se documentó específicamente la resistencia al metil-tiofanato, trifloxistrobina, Boscalid y Myclobutanil (Colleen, 2011).

En el 2009, se estimó que el 77% de la población de *P. xanthii* hallada en Long Island era resistente al Metil-tiofanato y el 60% a los fungicidas Azoxistrobina, Trifloxistrobina, Pyraclostrobina (Colleen, 2011).

El triadimefon no ha sido registrado para uso en cucurbitáceas durante al menos los últimos 10 años por problemas de resistencia (Colleen, 2011).

En la actualidad, el producto más efectivo para controlar el mildiú polvoriento de las cucurbitáceas en el Atlántico central y el noreste de los Estados Unidos es el Quinoxifen (Quintec), hasta el momento no se ha documentado resistencia al mismo. Sin embargo no hay fungicidas registrados para ornamentales que contengan dicho ingrediente activo (Colleen, 2011).

Los fungicidas sistémicos deben mezclarse siempre con un protectante y alternarse con otros fungicidas de diferente modo de acción. La recomendación actual para controlar mildiú polvoriento en cucurbitáceas es rotar una mezcla de Clorotalonil con Triflumizol o Myclobutanil y una mezcla que contenga Clorotalonil con Piraclostrobina + Boscalid. (Colleen, 2011).

Según García (2009), en la evaluación con productos Triadimefon (25%), Azoxistrobina (6%) + Clorotalonil (60%), Trifloxystrobin y Myclobutanil (40%). El Bellis 38 WG (Boscalid 25.2% + Pyraclostrobin 12.8%), a las dosis de 0.6 y 0.8 kg/Ha, mostró una mayor consistencia del fruto, tanto a los 15 como a los 18 días después de corte. En cuanto a la dulzura del fruto (grados Brix), Bellis 38 WG, se mantuvo similar con el resto de los tratamientos, asegura un sabor agradable y mayor vida en post-cosecha.

En la empresa Agroexportadora Mundial S.A. el departamento de Investigación y desarrollo ha hecho diversas evaluaciones de productos químicos consideraron la dosis: baja, media y alta de los panfletos de cada producto para el cultivo de melón, dependiendo del producto a evaluar obtiene diferentes resultados de control. Estas evaluaciones se hacen debido a que al proveedor le interesa es vender y recomiendan la mayoría de veces la dosis alta, en cambio teniendo mejores resultados con las dosis bajas, es una gran ayuda para la agroexportadora. En cuanto al resultado de estas evaluaciones, no son publicadas debido a las políticas de la empresa por lo tanto estos resultados son privados (Samayoa, 2012).

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El cultivo de melón, en el Valle de la Fragua Zacapa se produce la mayor parte para exportación, por su valor económico y demanda del mercado internacional. La producción y exportación de melón es una fuente de divisas para Guatemala en los últimos cinco años, la cual ha generado US\$ 280 millones (INE, 2006). El 2004, Guatemala abasteció a Estados Unidos con el 32 % de sus importaciones de melón, lo que tuvo US\$ 58 millones. En la actualidad es un sistema de monocultivo, razón por la cual se derivan problemas fitosanitarios principalmente el incremento del mildiú polvoriento (*Sphaerotheca fuliginea* y *Erysiphe cichoracearum*) (University of California, 2006; citado por Hernández, 2011).

El mildiú polvoriento en el cultivo de melón reduce la superficie funcional de las hojas promoviendo la baja del proceso fotosintético que provoca pérdidas en rendimiento y baja la calidad de los frutos. En la actualidad ha tenido mayores niveles de incidencia hasta el 100% y niveles de severidad mayores al 50%, lo que provoca pérdidas económicas parciales y totales en la producción. Por tal razón las empresas agroexportadoras buscan nuevas alternativas para el control de esta enfermedad, al implementar métodos que ayuden a la solución de la misma (Samayoa, 2012).

La aplicación de productos químicos ha sido la forma de control más utilizada, con fungicidas protectores, fungicidas sistémicos o la combinación de ambos. Los fungicidas que están en el mercado tienen varios años de haber sido introducidos comercialmente; en la actualidad es posible que haya niveles de resistencia del mildiú polvoriento a los fungicidas los cuales han ido en aumento, llega en algunos casos a perder completamente su eficacia. (Samayoa, 2012).

Debido a lo anterior, es de importancia contar con productos de diferente modo de acción que puedan ayudar a realizar un buen control de la enfermedad, es por ello que la investigación propuesta está enfocada al control del mildiú polvoriento con el fungicida

Quinoxifen en tres dosis, ya que es necesario evaluar productos alternos para el control como medio de retardar la resistencia a los químicos de dicha enfermedad en el cultivo del melón, para así poder determinar la viabilidad de estos productos y su uso como medio de control de la enfermedad antes mencionada.

Además minimizar los costos de producción, obtener mayor rendimiento y buena calidad de fruta. Esta investigación se hizo para retardar el desarrollo de resistencia de esta enfermedad en cuanto a los agroquímicos utilizados para su control y que le beneficiaría a todas las empresas agroexportadoras de melón del valle de la fragua, también minimizar la contaminación ambiental y los gastos de compra de otra molécula eficaz.

Por lo tanto es importante que el cultivo de melón permanezca, debido a la generación de divisas al país por las exportaciones al mercado internacional, empleo indirecto y directo en campo y permanente (Maga 2011).

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1 GENERAL**

Determinar el efecto de tres dosis de aplicación de Quinoxifen sobre el desarrollo del Mildiú Polvoriento y medir su efecto sobre el rendimiento y la calidad de la fruta en el cultivo de melón en el valle de La Fragua, Zacapa.

### **4.2 ESPECÍFICOS**

Determinar la eficacia de Quinoxifen en tres dosis para el control de Mildiú Polvoriento en el cultivo de melón.

Cuantificar el rendimiento de melón bajo efecto del Quinoxifen en las tres dosis evaluados en melón.

Establecer que efectos presentan las tres dosis de Quinoxifen (derivados del control de Mildiú Polvoriento) sobre los rendimientos y la calidad de la fruta de melón.

Determinar los costos de aplicación de tres dosis de Quinoxifen para el control del mildiu polvoriento en el cultivo de melón.

## **V. HIPÓTESIS**

Por lo menos una de las tres dosis de Quinoxifen evaluados tendrá efecto en el control del mildiú polvoriento en el cultivo del melón.

Por lo menos una interacción (fungicida\*dosis) tendrá efecto en el control del mildiú polvoriento en el cultivo de melón.

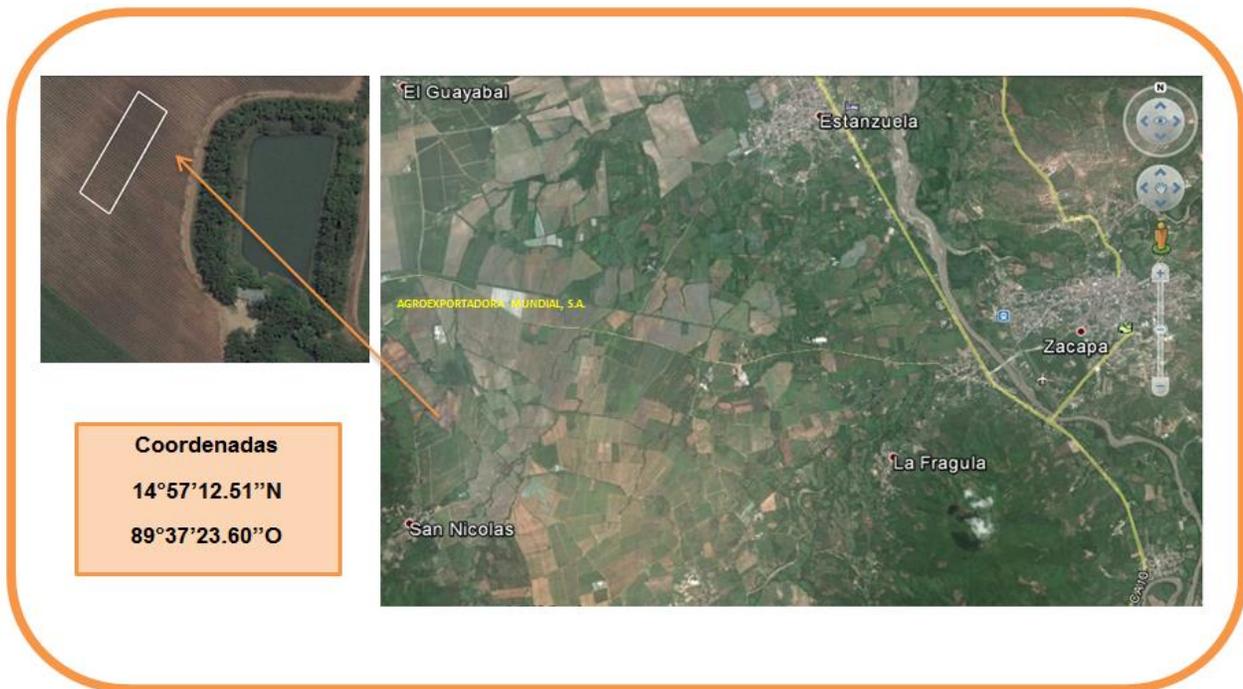
Por lo menos uno de las tres dosis tendrá efecto positivo sobre la calidad de la fruta (sólidos solubles, firmeza).

Por lo menos uno de las tres dosis tendrá efecto positivo sobre el análisis de beneficio costo.

## VI. METODOLOGÍA

### 6.1 LOCALIZACIÓN

La evaluación se realizó en los campos de producción de la Empresa AGROEXPORTADORA MUNDIAL, S.A. la cual se encuentra ubicada en la Aldea San Nicolás, Estanzuela, Zacapa, Guatemala (figura 3). Los campos de producción de la empresa se encuentran localizados entre las coordenadas geográficas de 14°57'12.51" latitud Norte y 89°37'23.60" longitud Oeste (Google Earth, 2013).



Fuente: Google Earth (2013).

Figura 3. Ubicación de la investigación.

Simmons, Tarano y Pinto (1959); citados por Rivas (2002) señalan que los suelos del valle de la Fragua son relativamente jóvenes y las diferencias existentes se basan principalmente en el material de origen y el drenaje. Las series predominantes en la región son Chiquimula, Teculután, Chicaj, Chirrum, Chortí, Sinaque y Tempisque. El pH varía entre 6 y 7.5, la topografía es plana y tienen un subsuelo semipermeable a impermeable, con una capa superficial de 50 cm aproximadamente.

## 6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

El material de melón que se utilizó para el presente estudio fue el Caribbean Gold RZ-F1, Tipo Cantaloupe (Harper) (Rijk Zwaan, 2014).

Los productos fungicidas evaluados fueron:

Quintec (Quinoxifen), Bellis (Boscalid + Pyraclostrobin), Rally 40 WP (Myclobutanil), Nativo (Trifloxystrobin + Tebuconazole).

## 6.3 FACTORES A ESTUDIAR

Los factores estudiados se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Factores estudiados en la eficacia del Quinoxifen para el control del mildiú polvoriento en melón Zacapa, 2013.

<b>Factor A Tipo Fungicida</b>	<b>Factor B Dosis/Ha</b>
Quinoxifen	145 cc
Quinoxifen	290 cc
Quinoxifen	435 cc
Boscalid + Pyraclostrobin	0.4 kg
Boscalid + Pyraclostrobin	0.6 kg
Boscalid + Pyraclostrobin	0.8 kg
Myclobutanil	220 gr
Myclobutanil	250 gr
Myclobutanil	280 gr
Trifloxystrobin + Tebuconazole	0.5 kg
Trifloxystrobin + Tebuconazole	0.6 kg
Trifloxystrobin + Tebuconazole	0.7 kg

Las dosis se basaron en la recomendación del panfleto de cada producto, los cuales fueron dosis menor, media y alta; estas dosis son tomadas de acuerdo al departamento de investigación de la agroexportadora, ya que este departamento evalúa para determinar la dosis adecuada de control y así aplicar y disminuir costos de los productos.

## 6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

La descripción de los tratamientos se describe en el cuadro 5.

Cuadro 5. Descripción de los tratamientos evaluados para el control del mildiú polvoriento en el cultivo de melón.

Trat.	Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Dosis/ha	Volumen de Agua (L)	Época de Aplicación
1	Quintec 25 SC	Quinoxifen	145 cc	285	Al momento de quitar el cobertor (Agribón)
2	Quintec 25 SC	Quinoxifen	290 cc	285	
3	Quintec 25 SC	Quinoxifen	435 cc	285	
4	Bellis 38 WG	Boscalid + Pyraclostrobin	0.4 kg	285	
5	Bellis 38 WG	Boscalid + Pyraclostrobin	0.6 kg	285	
6	Bellis 38 WG	Boscalid + Pyraclostrobin	0.8 kg	285	
7	Rally 40 WP	Myclobutanil	220 g	285	
8	Rally 40 WP	Myclobutanil	250 g	285	
9	Rally 40 WP	Myclobutanil	280 g	285	
10	Nativo 75 WG	Trifloxystrobin + Tebuconazole	0.5 kg	285	
11	Nativo 75 WG	Trifloxystrobin + Tebuconazole	0.6 kg	285	
12	Nativo 75 WG	Trifloxystrobin + Tebuconazole	0.7 kg	285	
13	Testigo Absoluto	Sin aplicación	0	285	

Se efectuaron cuatro aplicaciones foliares a intervalos de siete días (intervalo de aplicación por aspersión con fungicidas en las agroexportadoras de melón) entre cada una, iniciando al momento del retiro del cobertor de polipropileno (Agribón) del cultivo; es decir a los 27 días después del trasplante. Las aplicaciones se realizaron el 06, 13, 20 y 26 de febrero de 2013.

## 6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar, con trece (13) tratamientos y (3) repeticiones.

## 6.6 MODELO ESTADÍSTICO

El modelo estadístico que se utilizó es el siguiente:

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

En donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta de la  $ij$ -ésima unidad experimental.

$\mu$  = Efecto de la media general.

$\beta_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo bloque.

$\tau_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$\sum_{ij}$  = Error experimental en  $ij$ -ésima unidad experimental.

El modelo que se utilizó para severidad para comparar fungicida y dosis fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + D_j + F_iD_j + \beta_k + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = variable de respuesta asociada a la  $ijk$ -ésima unidad experimental.

$\mu$  = media general.

$F_i$  = efecto del  $i$ -ésimo fungicida.

$D_j$  = efecto de la  $j$ -ésima dosis de cada fungicida.

$F_iD_j$  = efecto de la interacción entre el  $i$ -ésimo fungicida y la  $j$ -ésima dosis del fungicida.

$\beta_k$  = efecto del  $k$ -ésimo bloque.

$\varepsilon_{ijk}$  = error experimental asociado a la  $ijk$ -ésima unidad experimental.

## 6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

Cada unidad experimental consistió de cuatro camas o surcos a 1.8 m de distancia entre los mismos y 6.0 m de largo. El área bruta fue de 43.2 m<sup>2</sup>; se tuvo un total de 40 plantas por parcela bruta.

En cada cama se sembró una hilera. Las plántulas se sembraron a 0.6 m entre plantas.

La parcela neta o parcela útil lo constituyeron las dos camas centrales, se dejó 0.5 m de borde en cada extremo de la cama. La parcela neta fue de 18 m<sup>2</sup>; tuvo un total de 16.67 plantas promedio por parcela neta.

## 6.8 CROQUIS DE CAMPO

El croquis utilizado a nivel de campo se describe en la figura 4.



Figura 4. Croquis de campo y su arreglo aleatorio de los tratamientos.

## 6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

El trasplante del híbrido Caribbean Gold fue el 10 de enero de 2013, se realizó con pilones, provenientes del invernadero, con 12 días de germinación. Al momento del trasplante se colocó la manta de polipropileno (Agribón), se cubrieron los pilones, para formar una barrera física para impedir el contacto entre insectos y las plántulas.

A los 26 días después de trasplante quedó la planta descubierta (destape de Agribón) se procedió a monitorear las plantas y se determinó la severidad del mildiú polvoriento. Un día después del destape se procedió a realizar la primera aplicación de los tratamientos.

## 6.10 VARIABLES DE RESPUESTA

Las variables de respuesta de la presente investigación fueron las siguientes:

### a) Severidad del mildiú polvoriento (%)

Se realizó monitoreos a partir de los 26 días después de trasplante o destape del polipropileno con fecha de 05 de febrero de 2013, con un intervalo de siete días hasta los primeros días de inicio de la cosecha. En cada evaluación se hizo un muestreo al azar, monitoreando 20 hojas por unidad experimental; obteniendo un total de 60 hojas por tratamiento. Esto se evaluó considerando el % de área foliar infectada (cuadro 7), propuesta por Fujiwara y Fujii (2000); citado por Estrada (2007).

### b) Rendimiento bruto del fruto (kg/ha)

Se realizó conteos a los 55 días después de trasplante, contando los frutos por metro lineal lo cual se tomaron cinco metros para sacar el porcentaje de tamaño a exportar (Cuadro 6), y se convirtió en kg/ha; para el efecto se utilizó un formato en Excel lo cual cuenta la empresa Agroexportadora Mundial, S.A.

Cuadro 6. Tamaño de fruta por unidad en caja a exportar al mercado internacional.

Jumbo		Estándar			
6J	9J	9s	12s	15s	18s

(Agroexportadora Mundial, 2013)

Para la exportación de la fruta al mercado internacional, se empaca en caja jumbo y estándar. En la caja jumbo se empacan unidades de 6 jumbos y 9 jumbos; mientras que en la caja estándar se empacan unidades de 9 estándar, 12 estándar 15 estándar y 18 estándar, es por ello que se toman esas unidades.

### c) Rendimiento neto (Kg/ha)

Se realizó el día de la cosecha y se tomaron quince frutos al azar con buenas características externas, se pesó para obtener los kg/ha a exportar al mercado internacional, tomando en cuenta la fruta de primera y segunda calidad. Para el efecto se utilizó un dinamómetro de Rijk Zwaan para el peso de la fruta.

#### **d) Factores de calidad**

##### **➤ La firmeza (Pulgada<sup>2</sup> de presión)**

Se realizó el día de la cosecha y se tomaron los mismos frutos de la variable anterior, se sacó las pulgadas cuadradas de presión de la fruta de cada tratamiento; para el efecto se utilizó un penetrómetro Fruit Pressure Tester mod. FT 011, para medir la presión del fruto.

##### **➤ Sólidos solubles (°Brix)**

Se realizó el día de la cosecha y se tomaron los mismos frutos de la variable anterior para obtener los grados Brix de cada tratamiento; para el efecto se utilizó un refractómetro modelo MT-032 Without ATC para medir los grados Brix.

### **6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Los datos del grado de infección obtenidos en campo se transformaron a porcentaje de infección se usó la fórmula de Fujiwara y Fujii (2000) (Citado por Estrada, 2007), para su posterior análisis de varianza y prueba de comparación de medias de DGC con un  $\alpha=0.05$  con el paquete de Infostat.

Para determinar la severidad del daño se utilizó la siguiente fórmula:

$$S = 100 (0 n_0 + 1 n_1 + 2 n_2 + 3 n_3 + 4 n_4) / 4N$$

Dónde:

S = Severidad de daño por planta

0 a 4 = Escalas de daño

$n_0$  a  $n_4$  = Numero de hojas con el correspondiente valor de 0 a 4.

(Fujiwara y Fujii, 2000; Citado por Estrada 2007).

La escala para convertir a porcentaje se describe en el cuadro 7 y figura 5.

Cuadro 7. Escalas para medir niveles severidad propuesta por Fujiwara y Fujii (2000).

Valor	Descripción (% de daño en hoja)
0	No daño
1	Menor al 5%
2	De 5% a 25%
3	De 25 a 50%
4	Mayor 50%

Fujiwara y Fujii (2000); Citado por Estrada (2007).

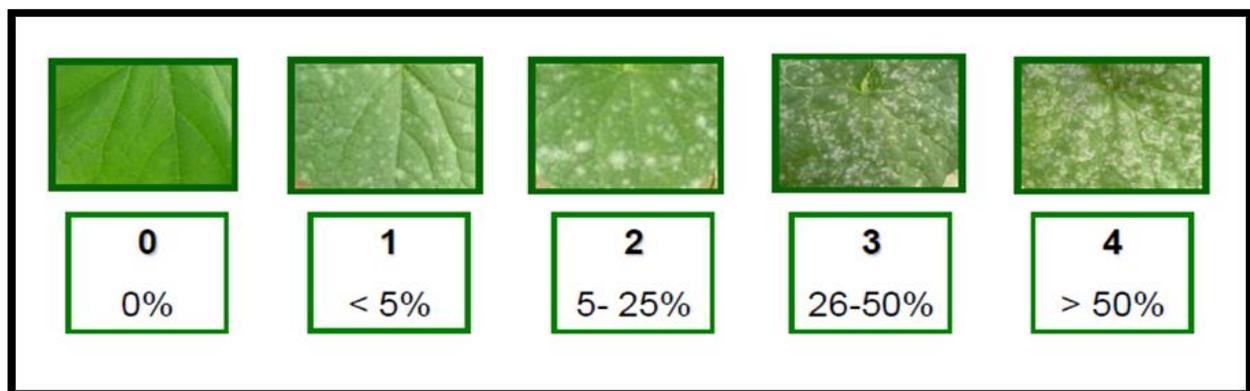


Figura 5. Tabla pictográfica de comparación de daño de severidad del mildiú polvoriento.

### 6.11.1 Área bajo la curva del progreso de la enfermedad

Para obtener el área bajo la curva del progreso de la enfermedad se realizó con la fórmula de Xu (2006); Citado por Estrada (2007). La fórmula se muestra en la figura 6.

$$ABCPE = \sum_{i=1}^{n-1} \left[ \frac{(y_i + y_{i+1})}{2} \times (t_i - t_{i-1}) \right]$$

Figura 6. Fórmula del área bajo la curva del progreso de la enfermedad.

Dónde:

ABCPE = área bajo la curva del progreso de la enfermedad

Y<sub>i</sub> = Porcentaje de severidad de daño en la lectura i

T<sub>i</sub> = tiempo en días transcurrido desde la lectura i a la lectura i + 1

n = número total de lecturas

Fujiwara y Fujii (2000); Citado por Estrada (2007).

Por otra parte, la eficacia de control se obtuvo con la fórmula Abbott (1925); citado por Hernández (2011).

$$\% \text{ eficacia} = \frac{(\% \text{ severidad testigo absoluto} - \% \text{ severidad tratamiento}) \times 100 \%}{\text{severidad testigo absoluto}}$$

### **6.11.2 Análisis económico**

Se determinó la producción del cultivo al comparar por la productividad de cada tratamiento y se realizó un beneficio costo comparándola con el testigo absoluto con la rentabilidad de todos los tratamientos. La rentabilidad se obtuvo al multiplicar el número de kg/ha obtenidas por el precio por caja exportable (18 kg/ha).

### **6.11.3 Análisis estadístico**

Se hizo el análisis de varianza a  $P < 0.05$  y  $0.01$ , para las variables de severidad del mildiú polvoriento por cada lectura, para el rendimiento del cultivo, existieron diferencias significativas y se hizo una prueba de medias de DGC  $P < 0.05$ ; mientras que el análisis combinado por las cinco lecturas no se encontraron a una distribución normal y se procedió realizar la prueba no paramétrica de Friedman.

Las variables para el rendimiento de fruta, contenido de sólidos solubles y consistencia de la pulpa se analizaron a través de un ANDEVA. Por lo tanto en el rendimiento de fruta presentó diferencias significativas entre los tratamientos y se realizó una prueba de medias de DGC a  $P < 0.05$ ; mientras que en sólidos solubles y consistencia no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 SEVERIDAD DEL MILDIÚ POLVORIENTO

#### 7.1.1 Análisis de cada lectura

Este análisis se realizó con el modelo de bloques completos al azar del efecto de tratamiento y bloque, para explicar los efectos en comparación con el testigo absoluto, utilizando también la eficacia; sin embargo para profundizar la discusión, se utilizó el diseño de bloques completos al azar con arreglo combinatorio 4x3, para discutir los fungicidas evaluados, sin el testigo absoluto.

En el diseño de bloques completos al azar de acuerdo a las observaciones y monitoreos realizados en campo durante el período de esta investigación, se realizó análisis de varianza para los datos en cada lectura tomada de cada tratamiento. El cuadro 8, presenta el resumen de los resultados obtenidos de cada ANDEVA por cada lectura tomada.

Cuadro 8. Resultados de los análisis de varianza en un diseño de boques completos al azar sobre la severidad realizados en cinco monitoreos, para determinar la eficacia del Quinoxifen en tres dosis para el control del mildiú polvoriento en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala, 2013.

Fechas	05/02/2013	12/02/2013	19/02/2013	26/02/2013	05/03/2013
Días después de las aplicaciones	0	7	14	21	28
Aplicaciones	0	1	2	3	4
Lecturas	1	2	3	4	5
p-valor	0.3776	0.0119	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Nivel de significancia 0.05 y 0.01	NS	**	**	**	**
Coefficiente de Variación (%)	64.93	58.43	36.42	33.22	21.52

En el cuadro 8, se aprecian los resultados de los análisis de varianza por cada lectura, el número de aplicaciones con sus respectivas fechas y p-valor, con su respectivo coeficiente de variación. Donde la lectura uno, no presentó diferencias significativas entre tratamientos (NS); mientras que las lecturas dos, tres, cuatro y cinco, presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos (\*\*), por lo que se procedió a realizar la prueba de DGC a  $\alpha=0.05$ .

Durante este periodo de tiempo, los tratamientos estaban en una fase de crecimiento después de la emergencia en donde las condiciones climáticas afectaron el desarrollo del hongo. Basados en los datos de temperatura y humedad relativa del cuadro 9, la Agroexportadora reportó en su estación meteorológica valores de 21 a 30 °C y de 44 a 74% de humedad relativa en el área de la finca San Nicolás Valle la Fragua. En la figura 7 y 8 se puede apreciar el comportamiento diario de temperatura y humedad relativa durante el periodo de esta investigación.

Cuadro 9. Temperatura y humedad relativa media general diario en el periodo de la investigación, en el cultivo de melón valle de la fragua Zacapa.

<b>Fecha</b>	<b>Día</b>	<b>Media general de Temperatura °C</b>	<b>Media general de Humedad Relativa %</b>
05/02/2013	martes	26	73
06/02/2013	miércoles	27	70
07/02/2013	jueves	27	71
08/02/2013	viernes	26	71
09/02/2013	sábado	25	69
10/02/2013	domingo	26	68
11/02/2013	lunes	26	69
12/02/2013	martes	27	67
13/02/2013	miércoles	28	66
14/02/2013	jueves	27	70
15/02/2013	viernes	26	69
16/02/2013	sábado	25	74
17/02/2013	domingo	23	59
18/02/2013	lunes	23	65
19/02/2013	martes	26	65
20/02/2013	miércoles	27	71
21/02/2013	jueves	28	67
22/02/2013	viernes	28	66
23/02/2013	sábado	28	66
24/02/2013	domingo	29	66
25/02/2013	lunes	30	58
26/02/2013	martes	28	61
27/02/2013	miércoles	28	67
28/02/2013	jueves	28	66
01/03/2013	viernes	26	66
02/03/2013	sábado	23	56
03/03/2013	domingo	21	44
04/03/2013	lunes	22	56
05/03/2013	martes	24	63

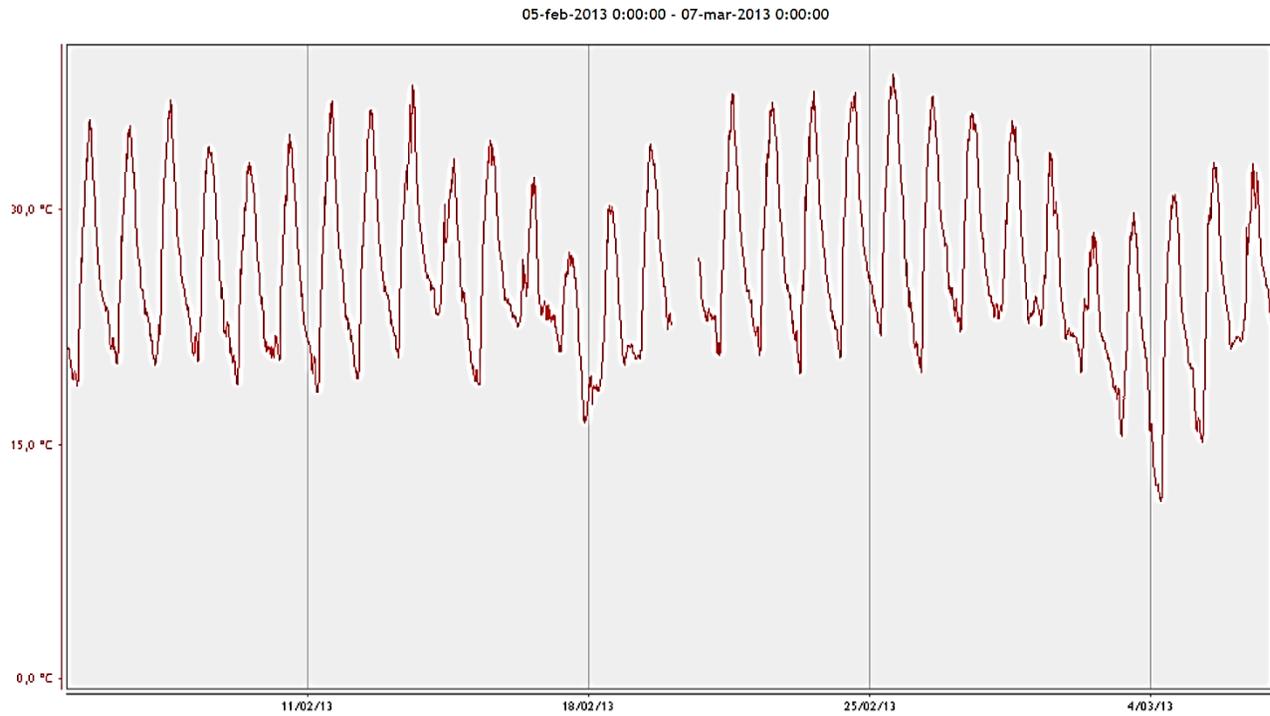


Figura 7. Comportamiento diario de temperatura en la Finca San Nicolás durante el periodo de esta investigación.

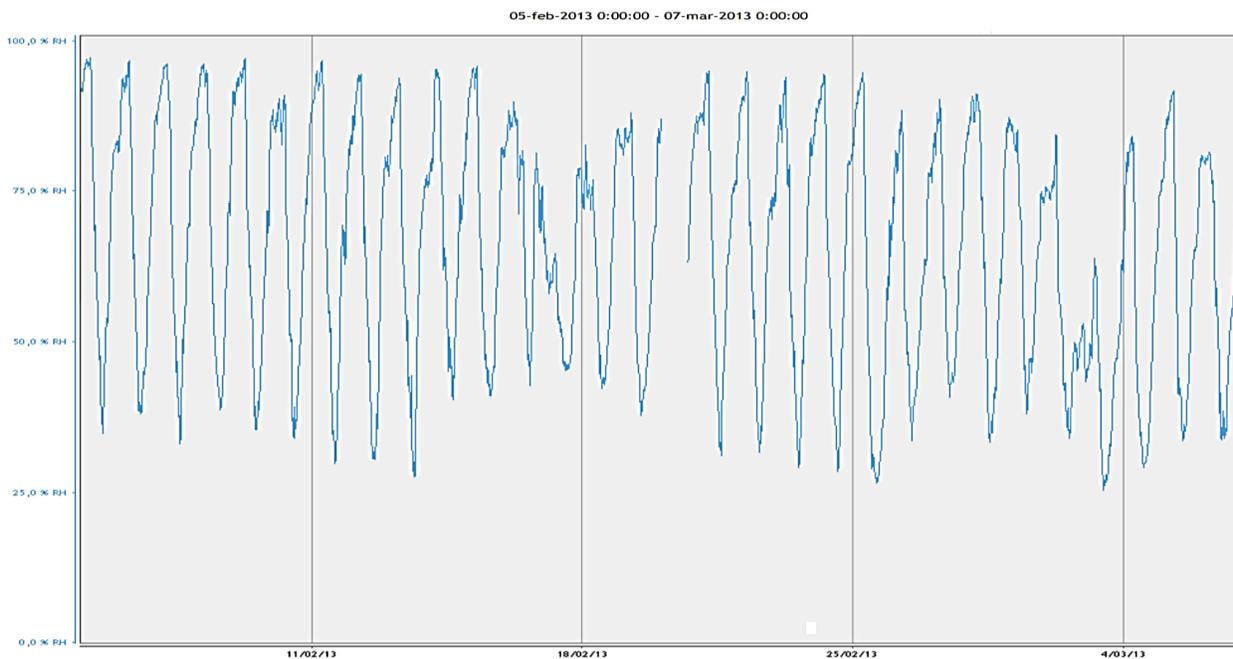


Figura 8. Comportamiento diario de humedad relativa en la Finca San Nicolás durante el periodo de esta investigación.

De acuerdo con Agrios (1996), indica que para que las esporas del mildiú polvoriento germinen debe existir Temperatura de 26 y 28 °C y valores de Humedad de 50 a 70%. Esto provocó que no favoreciera la germinación de sus esporas y se observara que la enfermedad mostrara lentamente sus primeros síntomas.

#### **a) Lectura 1**

La primera lectura se realizó el 05 de febrero de 2013 día de haber removido la cubierta de polipropileno (26 días después de trasplante) un día antes de la aplicación de los tratamientos se empezaron a manifestar los primeros síntomas de la enfermedad. Según el análisis de varianza (cuadro 8 y sección de anexos, cuadro 23) del primer monitoreo no hubo diferencias significativas entre los tratamientos a  $p > 0.05$ .

#### **b) Lectura 2**

La segunda lectura se realizó el 12 de febrero de 2013; a los siete días (06 de febrero de 2013) después de la primera aplicación de los tratamientos, se manifestaron síntomas de la enfermedad en todos los tratamientos. Según el análisis de varianza (cuadro 8 y sección de anexos, cuadro 24) de la segunda lectura, si hubo diferencias altamente significativas a  $p > 0.05$  y  $0.01$  entre los tratamientos de severidad, por lo tanto se procedió a realizar la prueba de DGC a  $\alpha = 0.05$ .

En el cuadro 10, se observan los resultados de la prueba de DGC a  $\alpha = 0.05$ , la cual presentó dos agrupaciones en los tratamientos. Todos los fungicidas presentaron un buen control al Mildiú Polvoriento; además superaron al testigo, presentando 8.33% de severidad.

Cuadro 10. Prueba de DGC para el porcentaje de severidad del mildiú polvoriento en el cultivo de melón a los siete días después de la primera aplicación (06/02/2013) de los tratamientos, Zacapa, Guatemala, 2013.

Tratamientos	% severidad	Prueba de EGC	% Eficacia (Abbott)
Myclobutanil 220gr/ha	0.83	A	90
Myclobutanil 250gr/ha	1.25	A	85
Myclobutanil 280gr/ha	1.67	A	80
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.5kg/ha	2.08	A	75
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.7kg/ha	2.50	A	70
Quinoxifen 290cc/ha	2.92	A	65
Quinoxifen 145cc/ha	3.33	A	60
Boscalid + Pyraclostrobin 0.6kg/ha	3.75	A	55
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.6kg/ha	4.17	A	50
Boscalid + Pyraclostrobin 0.8kg/ha	4.58	A	45
Boscalid + Pyraclostrobin 0.4kg/ha	5.00	A	40
Quinoxifen 435cc/ha	5.42	A	35
Sin aplicación	8.33	B	-

### c) Lectura 3

La tercera lectura se realizó el 19 de febrero de 2013; a los catorce días después de haber quitado la cubierta de polipropileno y siete días (13 de febrero de 2013) después de la segunda aplicación. Según el análisis de varianza (cuadro 8 y sección de anexos, cuadro 25) del tercer monitoreo si hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos de severidad, por lo tanto se procedió a realizar la prueba de DGC a  $\alpha=0.05$ .

En el cuadro 11, se observan los resultados obtenidos de la prueba de DGC a  $\alpha=0.05$ . Todos los fungicidas presentaron buen control al Mildiú Polvoriento. Además todos los fungicidas superaron al testigo absoluto.

Cuadro 11. Prueba de DGC para el porcentaje de severidad del mildiú polvoriento en el cultivo de melón a los siete días después de la segunda aplicación (13/02/2013) de los tratamientos. Zacapa, Guatemala, 2013.

Tratamientos	% Severidad	Prueba de EGC	% Eficacia (Abbott)
Quinoxifen 145cc/ha	2.08	A	89
Myclobutanil 250gr/ha	2.92	A	84
Myclobutanil 220gr/ha	3.33	A	82
Myclobutanil 280gr/ha	3.75	A	80
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.6kg/ha	4.17	A	78
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.7kg/ha	4.58	A	76
Boscalid + Pyraclostrobin 0.6kg/ha	5.00	A	73
Quinoxifen 435cc/ha	5.42	A	71
Boscalid + Pyraclostrobin 0.8kg/ha	5.83	A	69
Quinoxifen 290cc/ha	6.25	A	67
Boscalid + Pyraclostrobin 0.4kg/ha	6.67	A	64
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.5kg/ha	7.08	A	62
Sin aplicación	18.75	B	-

#### d) Lectura 4

La cuarta lectura se realizó el 26 de febrero de 2013; a los veintiún días después de haber removido la cubierta de polipropileno y siete días (20 de febrero de 2013) después de la tercera aplicación de los fungicidas en evaluación. El análisis de varianza (cuadro 8 y sección de anexos, cuadro 26) de la cuarta lectura muestra que hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos, por lo tanto se procedió a realizar la prueba de DGC a  $\alpha=0.05$ .

En el cuadro 12, se observan los resultados obtenidos de la prueba de DGC a  $\alpha=0.05$ . Todos los fungicidas presentaron buen control al Mildiú Polvoriento. Además todos los fungicidas superaron al testigo absoluto.

Cuadro 12. Prueba de DGC para el porcentaje de severidad del mildiú polvoriento en el cultivo de melón a los siete días después de la tercera aplicación (20/02/2013) de los tratamientos. Zacapa, Guatemala, 2013.

Tratamientos	% Severidad	Prueba de EGC	% Eficacia (Abbott)
Quinoxifen 290cc/ha	3.33	A	89
Quinoxifen 435cc/ha	3.75	A	88
Myclobutanil 220gr/ha	4.17	A	87
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.5kg/ha	4.58	A	85
Myclobutanil 250gr/ha	5.00	A	84
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.7kg/ha	5.42	A	83
Myclobutanil 280gr/ha	5.83	A	81
Boscalid + Pyraclostrobin 0.8kg/ha	6.25	A	80
Boscalid + Pyraclostrobin 0.6kg/ha	6.67	A	79
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.6kg/ha	7.08	A	77
Quinoxifen 145cc/ha	7.50	A	76
Boscalid + Pyraclostrobin 0.4kg/ha	7.92	A	75
Sin aplicación	31.25	B	-

#### e) Lectura 5

La quinta lectura se realizó el 05 de marzo de 2013; a los veintiocho días después de haber removido la cubierta de polipropileno y siete días (27 de febrero de 2013) después de la cuarta aplicación de los fungicidas en evaluación. El análisis de varianza (cuadro 8 y sección de anexos, cuadro 27) en la cuarta lectura muestra que hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos.

En el cuadro 13, se observan los resultados de la prueba de DGC a  $\alpha=0.05$ . Todos los fungicidas presentaron mejor control al Mildiú Polvoriento. Además todos los fungicidas superaron al testigo absoluto.

Cuadro 13. Prueba de DGC para el porcentaje de severidad del mildiú polvoriento en el cultivo de melón a los siete días después de la cuarta aplicación (05/03/2013) de los tratamientos. Zacapa, Guatemala, 2013.

Tratamientos	% Severidad	Prueba de EGC	% Eficacia (Abbott)
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.7kg/ha	0.42	A	99
Myclobutanil 220gr/ha	0.83	A	99
Boscalid + Pyraclostrobin 0.4kg/ha	1.25	A	98
Quinoxifen 290cc/ha	1.67	A	98
Quinoxifen 435cc/ha	2.08	A	97
Quinoxifen 145cc/ha	2.50	A	97
Myclobutanil 250gr/ha	2.92	A	96
Boscalid + Pyraclostrobin 0.8kg/ha	3.33	A	95
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.5kg/ha	3.75	A	95
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.6kg/ha	4.17	A	94
Myclobutanil 280gr/ha	4.58	A	94
Boscalid + Pyraclostrobin 0.6kg/ha	5.00	A	93
Sin aplicación	72.5	B	-

En esta lectura el testigo absoluto alcanzó el nivel más alto de infección con un porcentaje de 72.50%; lo cual indica, cuando la aplicación de un fungicida se hace en el momento adecuado el beneficio se refleja en buenos controles, ya que demuestra la eficacia de los fungicidas Quinoxifen, Boscalid + Pyraclostrobin, Myclobutanil y Trifloxystrobin + Tebuconazole en sus diferentes dosis, y estos tienden a obtener una aplicación segura para su debido control, puesto que todos los tratamientos presentaron el porcentaje de eficacia arriba del 90%.

El costo de los fungicidas varían entre sí, además se refleja a la dosis que utilizada por hectárea, este análisis se encuentra en el análisis económico ya que los fungicidas interfieren en el rendimiento kg/ha.

### 7.1.2 Análisis general combinado con las cinco lecturas

Para el análisis general o medias de porcentaje de severidad del mildiú polvoriento, la cual se incluyó las cinco lecturas, el análisis de varianza (sección de anexos cuadro 28),

presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo que se realizó la prueba de DGC a  $\alpha > 0.05$  (Cuadro 14).

Cuadro 14. Prueba de DGC del porcentaje de severidad combinada con las cinco lecturas por cada tratamiento en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala, 2013.

<b>Tratamientos</b>	<b>% Severidad</b>	<b>Prueba de DGC</b>	<b>% Eficacia (Abbott)</b>
Myclobutanil 220g/ha	2.25	A	92
Myclobutanil 250g/ha	2.75	A	90
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.7kg/ha	3.08	A	89
Quinoxifen 145cc/ha	3.50	A	87
Myclobutanil 280g/ha	3.58	A	87
Quinoxifen 290cc/ha	3.58	A	87
Quinoxifen 435cc/ha	3.67	A	86
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.5kg/ha	3.75	A	86
Boscalid + Pyraclostrobin 0.8kg/ha	4.42	A	84
Boscalid + Pyraclostrobin 0.6kg/ha	4.42	A	84
Boscalid + Pyraclostrobin 0.4kg/ha	4.42	A	84
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.6kg/ha	4.67	A	83
Testigo Absoluto	26.9	B	-

En el cuadro 14, se observan los resultados de la prueba de medias de DGC, la cual presentó que todos los fungicidas en sus tres diferentes dosis obtuvieron buen control al mildiú polvoriento en el cultivo de melón. Todos los fungicidas superaron al testigo absoluto.

### **7.1.3 Análisis de los fungicidas por lectura en relación a la Interacción de cada factor (fungicidas\*dosis)**

Para este análisis fue necesario desglosar los efectos dentro del experimento ya que se utilizaron tres diferentes dosis de cuatro fungicidas, para esto se corrió un análisis de varianza utilizando un modelo de bloques completos al azar con arreglo combinatorio 4x3.

En el diseño de bloques completos al azar con arreglo combinatorio 4x3, de acuerdo a las observaciones y monitoreos realizados en campo durante el período de esta

investigación, se realizó análisis de varianza para los datos en cada lectura tomada de cada tratamiento. El Cuadro 15, presenta el resumen de los resultados de cada ANDEVA por cada lectura tomada.

Cuadro 15. Resultados de los análisis de varianza de bloques completos al azar con arreglo combinatorio 4x3, sobre la severidad realizada en las cinco lecturas, para determinar la eficacia del Quinoxifen en tres dosis para el control del mildiú polvoriento en el cultivo de melón.

Descripción	0 ddpa	7 ddpa	14 ddpa	21 ddpa	28 ddpa
	0 ap	1ra. ap	2da. Ap	3ra. Ap	4ta. Ap
	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Lectura 4	Lectura 5
	05/02/2013	12/02/2013	19/02/2013	26/02/2013	05/03/2013
p-valor = Fungicidas	NS	**	*	NS	NS
p-valor = Dosis	NS	NS	NS	NS	NS
p-valor = Fungicidas*Dosis	NS	NS	NS	NS	**
CV (%)	69.97	51.05	37.7	40.8	56.67

En el cuadro 15, se aprecian los resultados de los análisis de varianza por cada lectura, el número de aplicaciones con sus respectivas fechas y p-valor de los fungicidas, dosis y fungicidas\*dosis, con su respectivo coeficiente de variación. Donde la lectura uno y cuatro, no presentaron diferencias significativas entre cada factor (fungicidas y dosis); mientras que la lectura dos, presentó diferencias altamente significativas entre el factor fungicidas, mientras que el factor dosis no presentó diferencias significativas; en la lectura tres, presentó diferencias significativas entre el factor fungicidas, mientras que en el factor dosis no presentó, en la lectura cinco, presentó diferencias altamente significativas entre la interacción el factor fungicidas\*dosis.

#### a) Primera lectura DBCA con arreglo combinatorio 4x3

Según el cuadro 15 y sección de anexos, cuadro 29; el análisis de varianza de la primera lectura, no se determinaron diferencias significativas entre el factor fungicidas y dosis. Debido a que esta lectura se realizó previo a la aplicación; por lo tanto esta lectura no es valedera.

### b) Segunda lectura DBCA con arreglo combinatorio 4x3

Según el cuadro 15 y sección de anexos, cuadro 30; el análisis de varianza de la segunda lectura se determinaron diferencias significativas entre el factor fungicidas. Por lo tanto se procedió a realizar la prueba de DGC a  $\alpha=0.05$  (Figura 9).

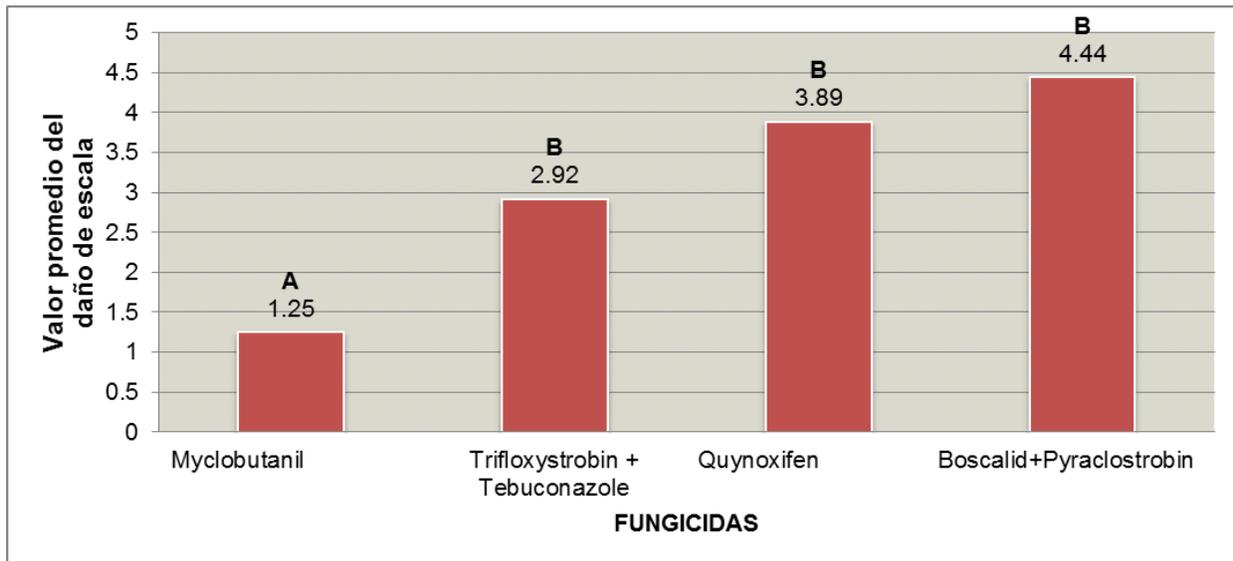


Figura 9. Prueba de DGC de la segunda lectura del mildiú polvoriento para el porcentaje de severidad de cada fungicida, Zacapa, Guatemala 2013.

Según la figura 9, el fungicida Myclobutanil presentó mejor control al mildiú polvoriento presentando 1.25% de severidad, comparado a los demás fungicidas; lo cual presentaron de 2.92 a 4.44% de valor promedio de daño de escala.

### c) Tercera lectura DBCA con arreglo combinatorio 4x3

Según el cuadro 15 y sección de anexos, cuadro 31, el análisis de varianza de la tercera lectura se determinaron diferencias significativas entre el factor fungicidas. Por lo tanto se procedió a realizar la prueba de DGC a  $\alpha=0.05$  (Figura 10).

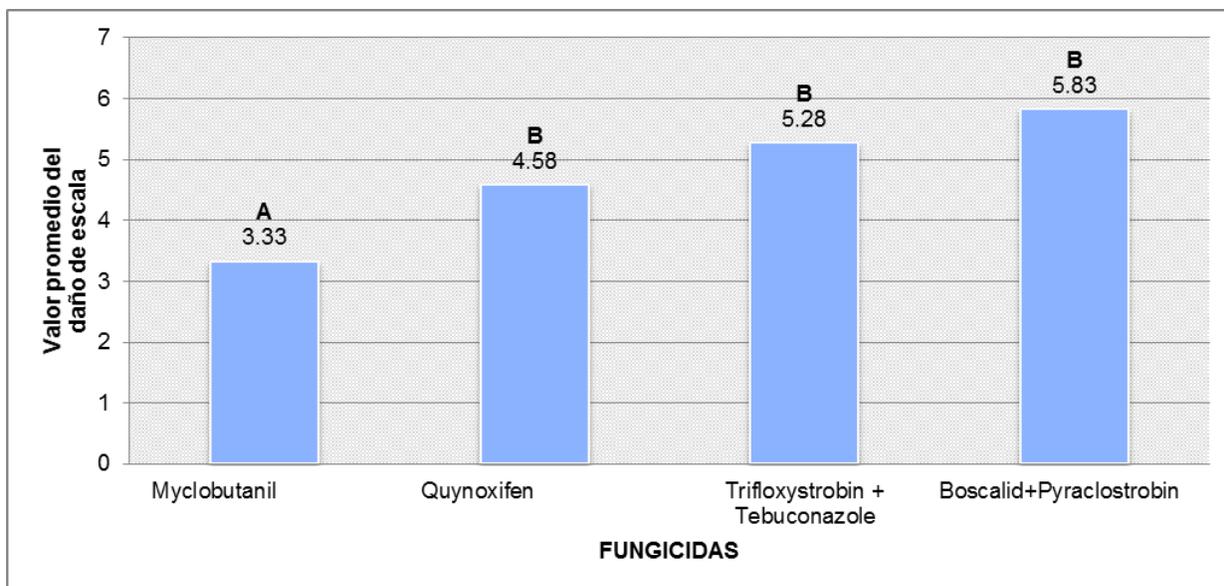


Figura 10. Prueba de DGC de la tercera lectura del mildiú polvoriento para el porcentaje de severidad de cada fungicida en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala 2013.

Según la figura 10, se puede observar dos grupos. Como primer grupo la aplicación de Myclobutanil presentó 3.33% de severidad y en el segundo grupo los fungicidas Quynoxifen con un valor de 4.58% de severidad, Trifloxystrobin + Tebuconazole con un valor de 5.28% de severidad y Boscalid + Pyraclostrobin con un valor de 5.83%, lo cual, no presentaron diferencia entre ellos. Estos productos controlaron al patógeno, debido a que este porcentaje de severidad no superó un 50% de severidad en esta tercera lectura.

#### d) Cuarta lectura DBCA con arreglo combinatorio 4x3

Según el cuadro 15 y sección de anexos, cuadro 32, el análisis de varianza de la cuarta lectura, no presentó diferencias significativas entre el factor fungicidas, dosis y su interacción. Por lo que no se realizó la prueba de medias de DGC a  $\alpha=0.05$ .

#### e) Quinta lectura combinatorio

Según el cuadro 15 y sección de anexos, cuadro 33, el análisis de varianza de la quinta lectura, no presentó diferencias significativas entre fungicidas y dosis. Por lo que no se realizó la prueba de medias; mientras tanto en la interacción fungicidas\*dosis si presentó

diferencias significativas. Por lo que se procedió a realizar la prueba de medias de DGC a  $\alpha=0.05$  (Figura 11).

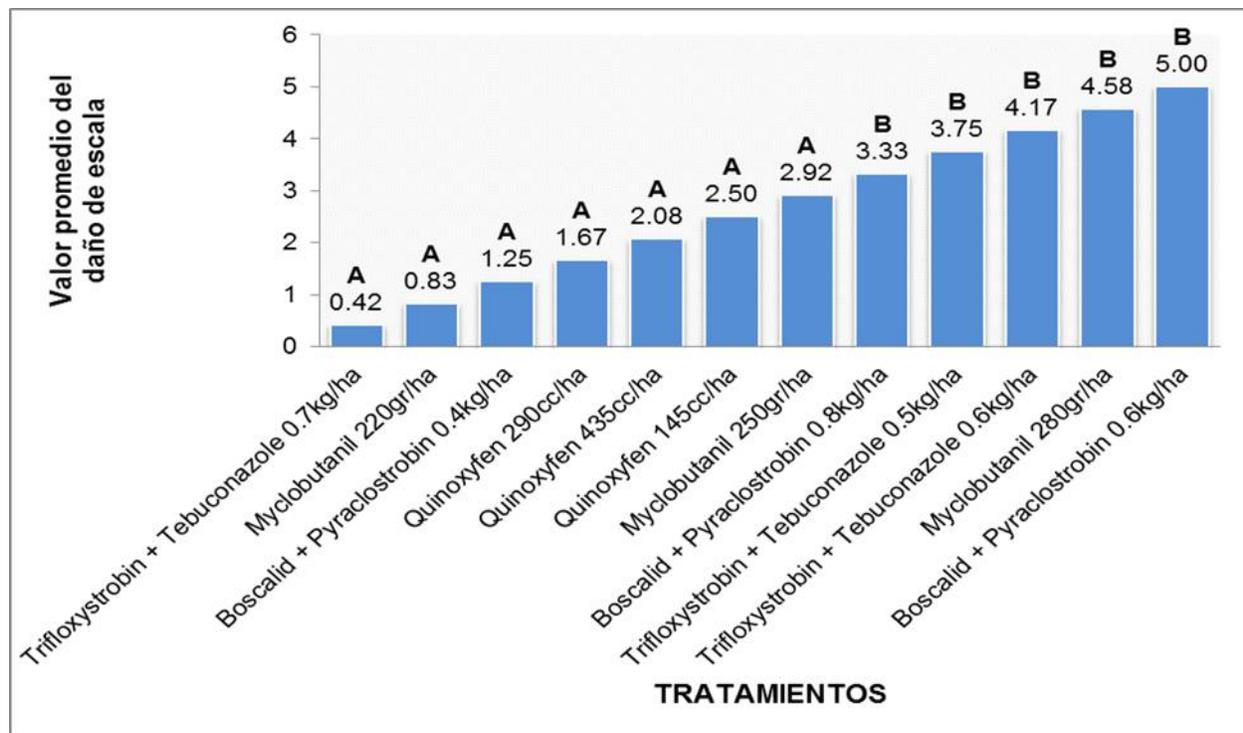


Figura 11. Prueba de DGC de la quinta lectura del mildiú polvoriento para el porcentaje de severidad de la interacción fungicidas\*dosis en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala 2013.

Según la figura 11, se puede observar dos grupos. En el primer grupo los fungicidas Trifloxystrobin + Tebuconazole con dosis de 0.7 kg/ha, Myclobutanil con dosis de 220 g/ha, Boscalid + Pyraclostrobin con dosis de 0.4 kg/ha, Quinoxifen con dosis de 145, 290 y 435 cc/ha, Miclobutanil con 250 gr/ha, presentaron 0.42 a 2.92% de severidad lo cual no presentaron diferencias entre ellos. En el segundo grupo los fungicidas Boscalid + Pyraclostrobin 0.8kg/ha, Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.5 y 0.6 kg/ha, Myclobutanil 280 gr/ha y Boscalid 0.6 kg/ha presentando valores de 3.33 al 5% de severidad.

Es importante mencionar que el daño no sobrepasó al 5%, debido a los fungicidas aplicados, porque el porcentaje de severidad no superó al 70% ya que los fungicidas mostraron bajo desarrollo del mildiú polvoriento.

#### 7.1.4 Análisis combinatorio general de las cinco lecturas

El análisis de varianza general combinatoio de porcentaje de severidad, lo cual se incluyeron las cinco lecturas, presentó diferencias significativas entre el factor fungicidas (sección de anexos, cuadro 34). Por lo que se realizó la prueba de medias de DGC a  $\alpha=0.05$  (Figura 12).

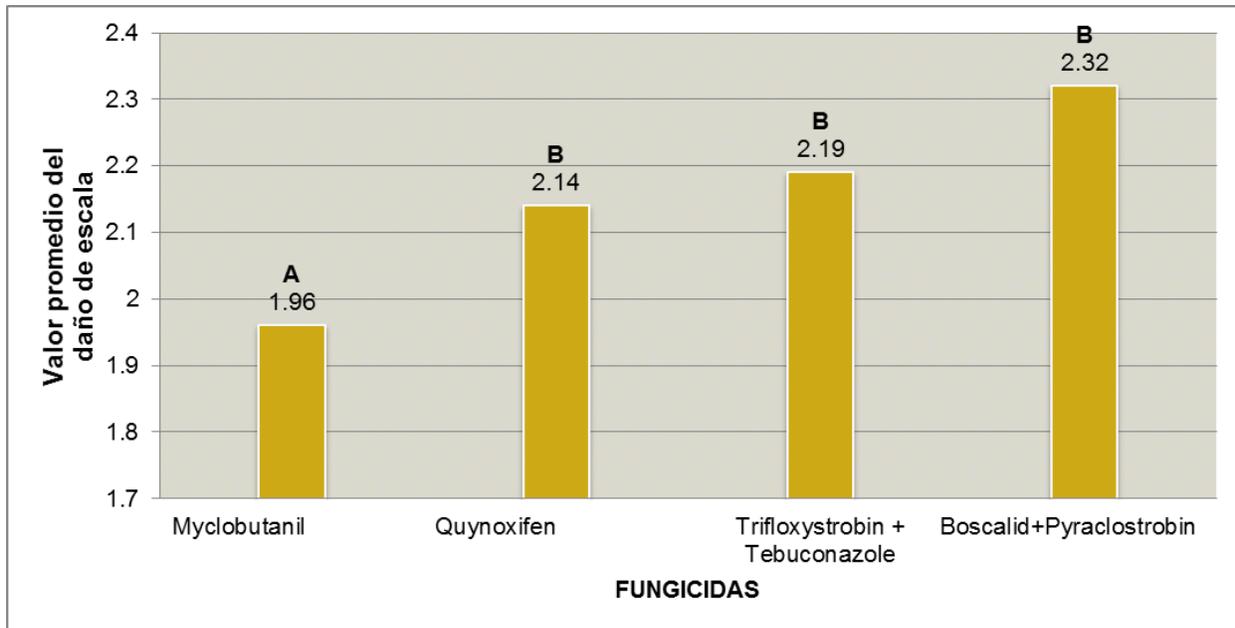


Figura 12. Prueba de DGC del análisis combinado de las cinco lecturas del mildiú polvoriento, para el porcentaje de severidad de cada fungicida en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala 2013.

En la figura 12, se puede observar dos grupos. En el primer grupo se encuentra solo el fungicida Miclobutanyl el cual mosto mejor control al mildiú polvoriento presentando un valor de de 1.96% de severidad. En el segundo grupo se encuentran Quynoxifen, con valor de 2.14% de severidad, Trifloxystrobin + Tebuconazole con valor de 2.19% de severidad y Boscalid + Pyraclostrobin, con un valor de 2.32% de severidad, siendo el mas bajo.

El Myclobutanil presento mejor control en comparación a los demas fungicidas, por ser un fungicida del grupo de los triazoles, su modo de acción inhibe el egosterol del

hongo, es por ello, que el fungicida es preventivo y curativo a la vez, dando un mejor control al patógeno.

Mientras que el Quinoxifen, es preventivo traslaminar, ya que se fija rápidamente en las ceras de la cutícula y este se libera lentamente y es reabsorbido por el follaje y frutos adyacentes y pertenece al grupo de las quinolinas. Por tal razón, impide la infección del mildiú polvoriento interfiriendo en las señales iniciales de infestación, razón por la cual presentó un buen control.

El Trifloxystrobin + Tebuconazole, es un fungicida sistémico, pero, por ser un fungicida mezclado (Estrobilurina + Triazol) obtiene grandes ventajas, ya que trifloxystrobin actúa de forma mesosistémica (absorción a través de la capa superficial de cera de las hojas) esta acción es complementada con el Tebuconazole (molécula sistémica), la cual se distribuye en toda la planta por medio del sistema vascular, provocando un efecto preventivo, curativo y erradicativo para el mildiú polvoriento a largo plazo (doce a catorce días).

El Boscalid + Pyraclostrobin, es un fungicida sistemático que combina la acción de Boscalid y Pyraclostrobin, que pertenece al grupo de los Carboxanilide + Estrobilurina. Ambas moléculas impiden la producción de energía de las células del mildiú polvoriento, afectando sus funciones vitales para su debido desarrollo en la hoja del cultivo.

Para el análisis general del control de los fungicidas, es importante resaltar el porcentaje de severidad que no sobrepasó al 3%, lo que indica que la diferencia entre los fungicidas está en su modo de acción entre cada uno. Además son altamente sistémicos y mientras más la molécula se encuentre en la planta el impacto de contundencia es alto hacia el control del mildiú polvoriento.

#### **7.1.5 Eficacia de los tratamientos evaluados**

En cuanto al control sobre el mildiú polvoriento, de la prueba de Abbott (% eficacia de los fungicidas con sus diferentes dosis). Para esto se tomó el porcentaje de severidad de las

lecturas dos, tres, cuatro y cinco; mientras que en la lectura uno, no se realizó debido a que fue previo a la primera aplicación.

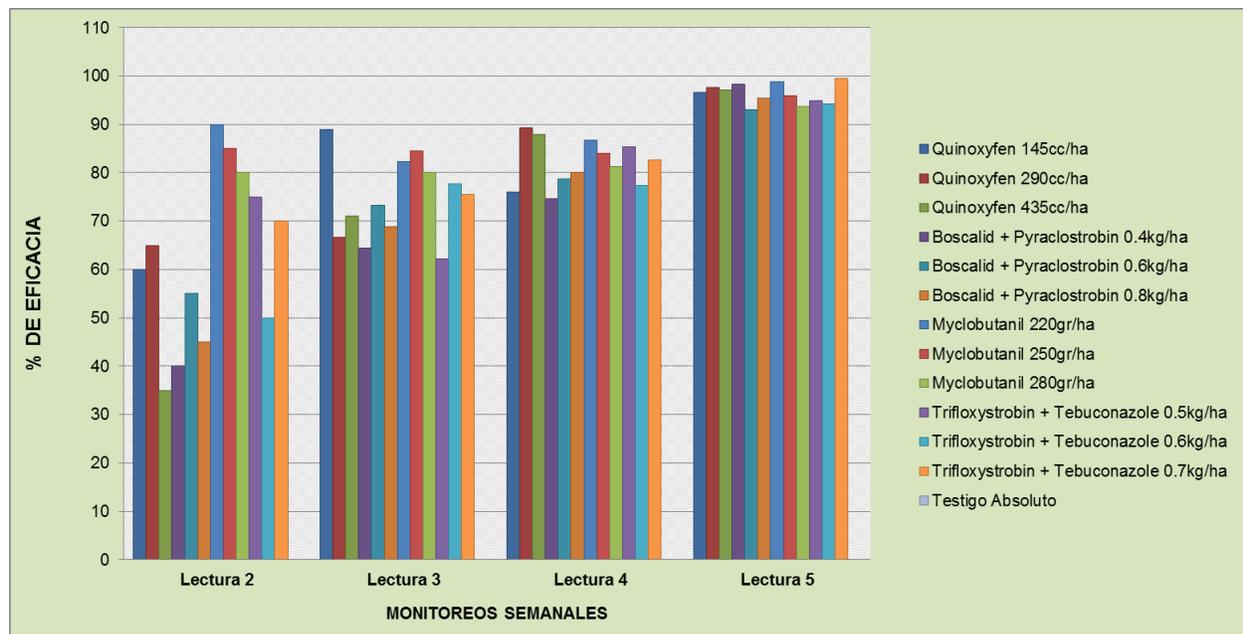


Figura 13. Comportamiento de eficacia por lectura de los fungicidas con sus diferentes dosis, Zacapa, Guatemala, 2013.

En la figura 13 y 14, se aprecia el comportamiento de eficacia de cada tratamiento, donde se observa el impacto de contundencia de eficacia del control de los cuatro fungicidas con sus diferentes dosis. El fungicida que mejor eficacia presentó fue Myclobutanil con dosis de 220 g/ha, ya que superó el 90% de control sobre la enfermedad. Seguido con el mismo fungicida Myclobutanil con dosis de 250 g/ha, ya que se mantuvo con un porcentaje de eficacia del 90%.

Es importante mencionar el comportamiento de eficacia durante el ciclo de la evaluación, ya que cada tratamiento empezó con un porcentaje de severidad muy bajo y en el tiempo fue incrementando, factor por el cual, el porcentaje de eficacia incrementó por cada tratamiento, debido a que el testigo absoluto presentó un incremento severo del inculo.

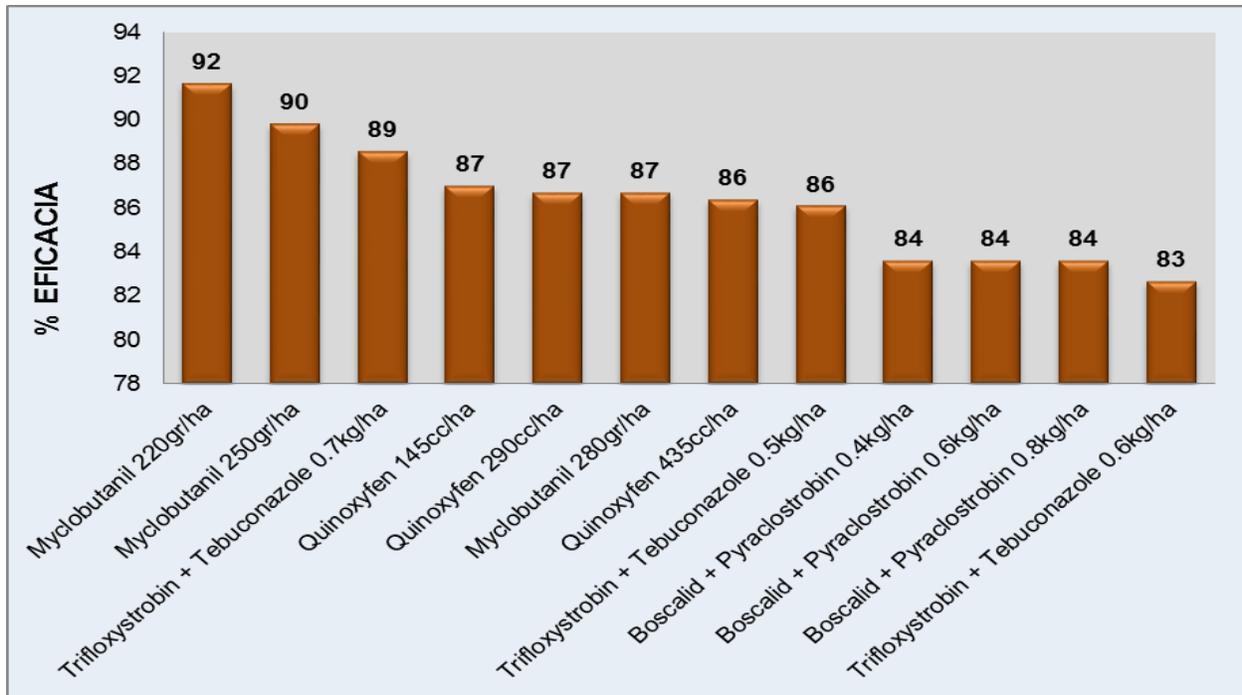


Figura 14. Comportamiento general del porcentaje de eficacia de los fungicidas y sus diferentes dosis, Zacapa 2013.

Es importante resaltar que todos los fungicidas con sus diferentes dosis obtuvieron un buen control sobre el mildiú polvoriento en el cultivo de melón en el Valle de la Fragua Zacapa, ya que el porcentaje de eficacia de cada fungicida con sus diferentes dosis fueron satisfactorios para el desarrollo e incremento del mildiú polvoriento; todos los tratamientos diferió al testigo absoluto en las lecturas evaluadas.

La aplicación de Myclobutanil con dosis de 220 g/ha, presentó mayor estabilidad en el porcentaje de eficacia durante las cinco lecturas; mientras que los otros tratamientos presentaron algunos porcentajes altibajos de control, pero todos los tratamientos presentaron resultados satisfactorios para el control del mildiú polvoriento. Por lo tanto, se puede utilizar en un programa de fumigación y rotar estos fungicidas con sus diferentes dosis, dependiendo del porcentaje de severidad del mildiú polvoriento que presente el cultivo para su debida dosis de los fungicidas evaluados, sin olvidar el intervalo de cada aplicación y aplicación a cosecha.

### 7.1.6 Area bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE)

Para este análisis, se tomó en cuenta la media general acumulada de las cinco lecturas de severidad en el tiempo y velocidad manifestados por los trece tratamientos se utilizo la formula de (2006); Citado por Estrada (2007) Figura 6. Según el análisis de varianza, si hubo diferencias altamente significativas  $p>0.05$  y  $0.01$  entre los tratamientos de severidad (sección de anexos, cuadro 35); por lo tanto se realizó la prueba de DGC a  $\alpha=0.05$  (Figura 15).

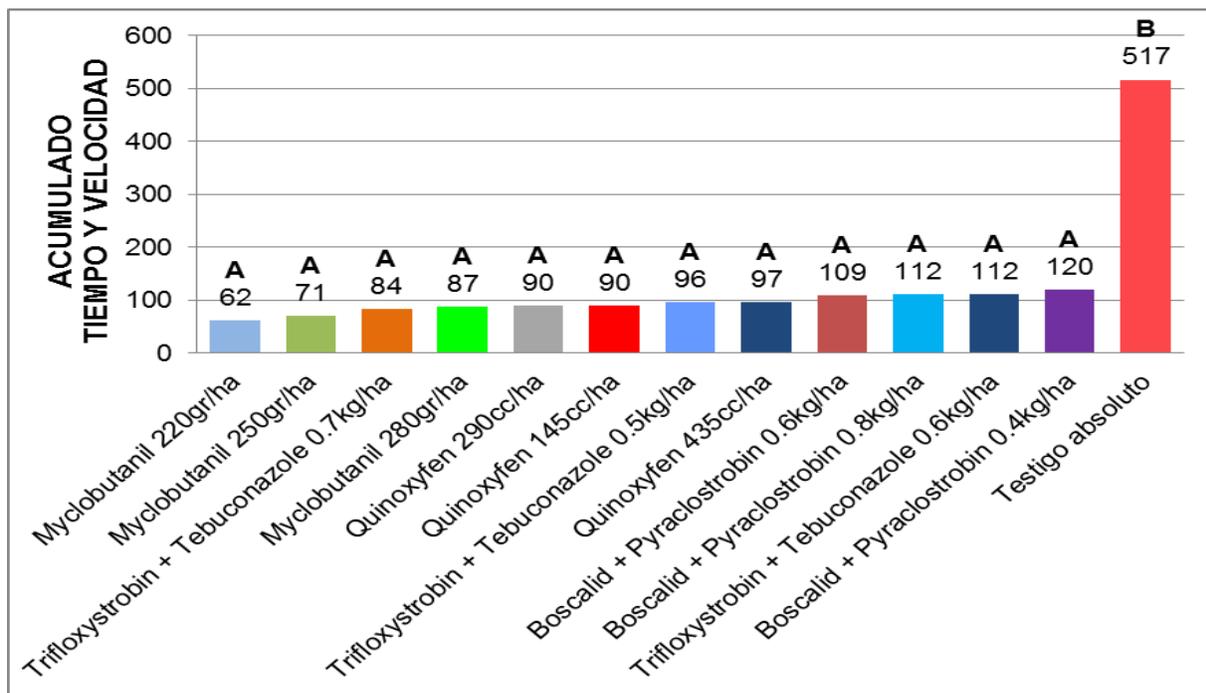


Figura 15. Prueba de DGC del área bajo la curva del progreso de la enfermedad (mildió polvoriento) general en el cultivo de melón Zacapa, Guatemala, 2013.

En la figura 15, se aprecian los resultados del progreso de la enfermedad en el tiempo y velocidad, todos los fungicidas en sus tres dosis no presentaron diferencias entre ellos; además superaron al testigo absoluto. Es importante mencionar que todos los fungicidas presentaron resultados satisfactorios ya que la enfermedad se desarrolló más lento según muestra lo acumulado del testigo absoluto.

El testigo absoluto indica los niveles de infección desarrollados en el cultivo, ya que él inoculo natural del mildió polvoriento estuvo presente y las condiciones ambientales

fueron adecuadas para el desarrollo de la enfermedad, debido a que en el mes cuando se hizo esta investigación las temperaturas estuvieron en una media de 26.10 °C y humedad relativa de 66.08%. De acuerdo a Ponce (2005), mencionado por Hernández (2011), indica que esas condiciones el patógeno es extremadamente virulento agresivo y las conidias se dispersan principalmente por el viento y la liberación masiva ocurre con moderada humedad relativa. Por lo tanto esto reflejase que los niveles de infección del mildiú polvoriento alcanzados fueron suficientes para evaluar la eficacia de control de los cuatro fungicidas y tres dosis en evaluación.

## 7.2 RENDIMIENTO BRUTO

Se cuantificó el rendimiento en kilogramos por hectárea para cada tratamiento (sección de anexos cuadro 42). El análisis de varianza presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos (sección de anexos, cuadro 36), por lo que se realizó la prueba de DGC con un  $\alpha=0.05$  con el paquete de infostat (Figura 18).

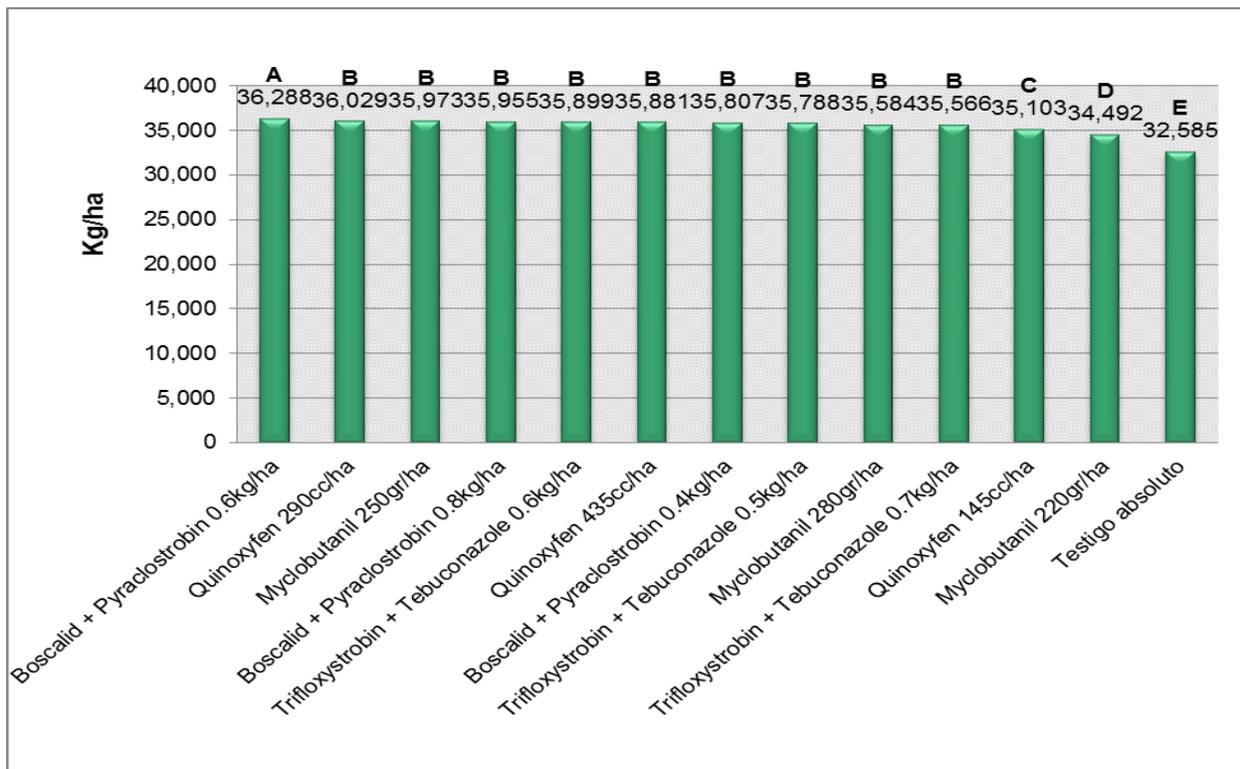


Figura 16. Prueba de DGC en el rendimiento bruto total (kg/ha) por tratamiento, Zacapa 2013.

En la figura 18, se puede observar el rendimiento bruto de cada tratamiento, donde se puede observar cinco grupos. El fungicida que presentó mayor rendimiento bruto fue el Boscalid + Pyraclostrobin con dosis de 0.6kg/ha con valor de 36,288 kg/ha como primer grupo, seguido de los fungicidas Quinoxifen con dosis de 290 y 435 cc/ha, Myclobutanil con dosis de 250 y 280 g/ha, Boscalid + Pyraclostrobin 0.7 y 0.8 kg/ha, Trifloxystrobin + Tebuconazole con dosis de 0.5, 0.6 y 0.7 como segundo grupo, presentando rendimientos de 35,566 a 36,029 kg/ha; como tercer grupo Quinoxifen con dosis de 145 cc/ha, presentado un rendimiento de 35,103 kg/ha; en cuarto grupo el fungicida Myclobutanil con dosis de 220 g/ha con rendimiento de 34,492 kg/ha siendo el mas bajo. Todos los tratamientos superaron al testigo absoluto presentando un rendimiento de 32,585 kg/ha. Por lo tanto esto garantiza que la aplicación de estos fungicidas interfiere en los rendimientos del cultivo por el control de la enfermedad que ocasiona, ya que el mildiú polvoriento afecta el rendimiento por ser un patógeno que provoca defoliación al cultivo de melón, por lo tanto la fruta afectada, al momento de enviarlo al mercado internacional la vida de anaquel es mas corta que los demás frutos sanos.

En el cuadro 16, se aprecian los porcentajes de tamaño que presentó cada tratamiento.

Cuadro 16. Rendimiento bruto, distribución en porcentajes de tamaño de frutos en el cultivo de melón, Zacapa 2013.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>6J</b>	<b>9J</b>	<b>9s</b>	<b>12s</b>	<b>15s</b>	<b>18s</b>	<b>TOTAL (%)</b>
Quinoxifen 145cc/ha	5	17	38	25	11	4	<b>100</b>
Quinoxifen 290cc/ha	11	20	30	25	11	4	<b>100</b>
Quinoxifen 435cc/ha	9	8	36	23	15	8	<b>100</b>
Boscalid + Pyraclostrobin 0.4kg/ha	6	9	34	26	17	7	<b>100</b>
Boscalid + Pyraclostrobin 0.6kg/ha	8	14	40	24	9	5	<b>100</b>
Boscalid + Pyraclostrobin 0.8kg/ha	8	15	35	25	10	7	<b>100</b>
Myclobutanil 220gr/ha	6	14	32	28	15	4	<b>100</b>
Myclobutanil 250gr/ha	9	19	33	25	9	5	<b>100</b>
Myclobutanil 280gr/ha	8	19	41	22	7	4	<b>100</b>
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.5kg/ha	9	20	33	23	12	4	<b>100</b>
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.6kg/ha	9	10	35	29	11	6	<b>100</b>
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.7kg/ha	6	11	42	29	8	4	<b>100</b>
Testigo absoluto	10	14	36	24	10	6	<b>100</b>

Según el cuadro 16, muestra los porcentajes de tamaño por cada tratamiento; el fungicida que presentó los tamaños de exportación deseado al mercado internacional fue Quinoxifen 145 cc/ha, ya que se mantuvo en los estándares de porcentaje de tamaño al mercado internacional, seguido del fungicida Myclobutanil con dosis de 220 g/ha. En cuanto a la influencia de los productos es importante mencionar que el mildiú polvoriento al no obtener control, presenta altibajos en rendimiento del cultivo por la defoliación que provoca y este tiende a que la vida de anaquel es muy corta por la baja presión que presenta durante el periodo de exportación al mercado internacional.

Los estándares de porcentaje de tamaño de exportación se encuentran en cuadro 17.

Cuadro 17. Estándares de tamaño de fruta al mercado internacional.

<b>Tamaño</b>	<b>6J</b>	<b>9J</b>	<b>9S</b>	<b>12S</b>	<b>15S</b>	<b>18S</b>
<b>Porcentaje</b>	3%	15%	35%	30%	12%	5%

### 7.3 RENDIMIENTO NETO

Para este análisis, se pesó la fruta con un dinamómetro para obtener la fruta en kg/ha para cada tratamiento, el análisis de varianza presentó diferencias altamente significativas entre tratamiento (sección de anexos, cuadro 37), por lo tanto se procedió a realizar una prueba de comparación de medias de DGC a  $\alpha=0.05$  con el paquete de análisis estadístico Infostat (Figura 17); los datos originales tomados en campo se encuentran en sección de anexos, cuadro 43.

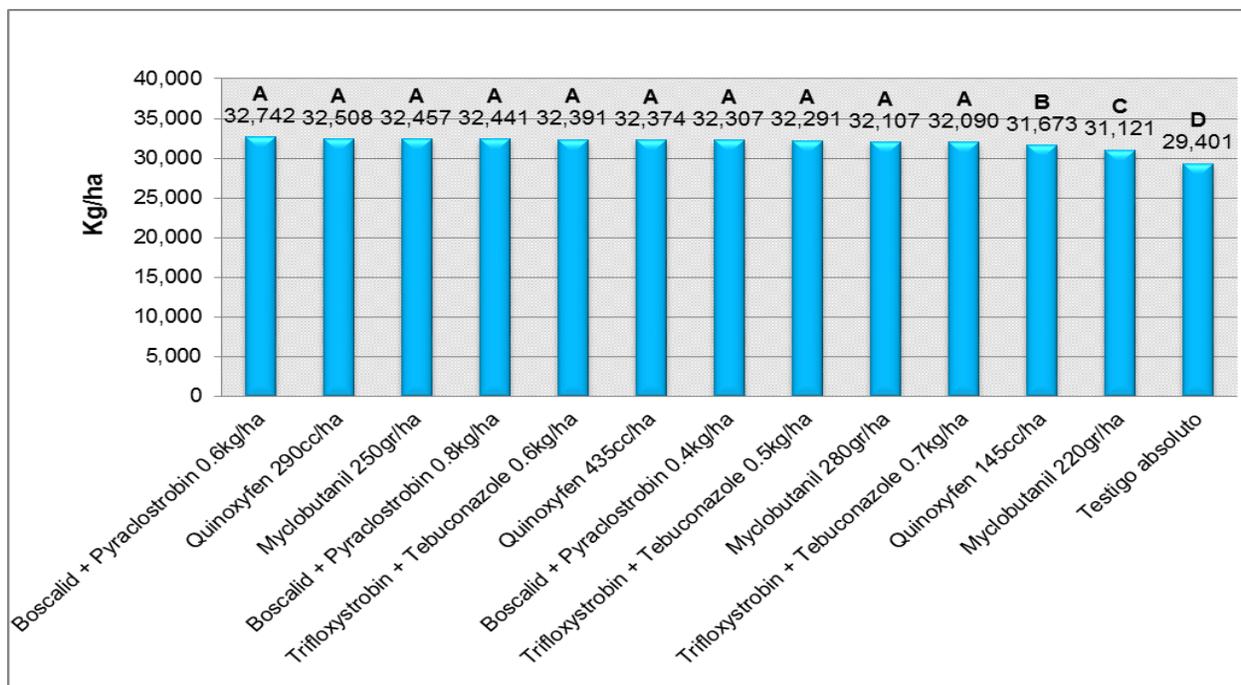


Figura 17. Rendimiento neto total en kg/ha en el cultivo de melón tipo Harper, Estanzuela, Zacapa, Guatemala, 2013.

En la figura 17, se puede apreciar el rendimiento neto de cada tratamiento, presentando cuatro grupos, dado lo siguiente: Boscalid + Pyraclostrobin en dosis de 0.6 kg/ha con 32,742 kg/ha, Quinoxifen en dosis de 290 cc/ha con 32,508 kg/ha, Myclobutanil en dosis de 250 g/ha con 32,457 kg/ha, Boscalid + Pyraclostrobin en dosis de 0.8 kg/ha con 32,441 kg/ha, Trifloxystrobin + Tebuconazole en dosis de 0.6 kg/ha con 32,391 kg/ha, Quinoxifen en dosis de 435 cc/ha con 32,374 kg/ha, Boscalid + Pyraclostrobin en dosis de 0.4 kg/ha con 32,307 kg/ha, Trifloxystrobin + Tebuconazole en dosis de 0.5 kg/ha con 32,291 kg/ha, Myclobutanil en dosis de 280 g/ha con 32,107 kg/ha, Trifloxystrobin + Tebuconazole en dosis de 0.7 kg/ha con 32,090 kg/ha, como primer grupo; en segundo grupo los fungicidas: Quinoxifen en dosis de 145 cc/ha con 31,673 kg/ha; en tercer grupo el fungicida Myclobutanil en dosis de 220 g/ha con 31,121 kg/ha, siendo el más bajo de todos los fungicidas con su respectiva dosis. Aunque todos los tratamientos fueron significativamente diferentes al testigo absoluto, presentando el rendimiento más bajo con valor de 29,401 kg/ha. Por lo tanto esto nos garantiza que la aplicación de los fungicidas evaluados interfiere en los rendimientos de producción, por el control que ocasiona al mildiú polvoriento, y este afecta el rendimiento por la defoliación que ocasiona al cultivo

de melón y este tiende a que la fruta se queme por estar directamente al sol y la vida de anaquel de la fruta es muy corto, la cual es una desventaja para la exportación al mercado internacional (García 2009).

La relación entre el rendimiento bruto y neto fue en el descenso de rendimiento en cada tratamiento con un valor aproximadamente del 6%. Debido a que el rendimiento bruto se realizó con conteos de tamaños de fruta, tomando en cuenta el tamaño a exportar y se convirtió a kg/ha, haciendo la conversión de una caja la cual equivale a 18 kg por cada tamaño. Mientras que en el rendimiento neto se obtuvo, pesando la fruta por cada tamaño a exportar tomando en cuenta solamente los frutos de buena calidad interna y externa, para el efecto se utilizó un dinamómetro para el peso de la fruta. En el cuadro 18, se aprecia los resultados obtenidos de rendimiento en kg/ha de cada tratamiento, donde cada tratamiento anduvo en 3,547 kg/ha a 3,371 kg/ha de fruta de rechazo.

Cuadro 18. Diferencia del rendimiento bruto y neto (kg/ha), en el cultivo de melón tipo Harper, Estanzuela, Zacapa, Guatemala, 2013.

<b>Tratamientos</b>	<b>Kg/ha Bruto</b>	<b>Kg/ha Bruto</b>	<b>Diferencia Rendimiento Bruto y Neto (kg/ha)</b>
Boscalid + Pyraclostrobin 0.6kg/ha	36,288	32,742	3,547
Quinoxifen 290cc/ha	36,029	32,508	3,521
Myclobutanil 250gr/ha	35,973	32,457	3,515
Boscalid + Pyraclostrobin 0.8kg/ha	35,955	32,441	3,513
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.6kg/ha	35,899	32,391	3,508
Quinoxifen 435cc/ha	35,881	32,374	3,507
Boscalid + Pyraclostrobin 0.4kg/ha	35,807	32,307	3,500
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.5kg/ha	35,788	32,291	3,497
Myclobutanil 280gr/ha	35,584	32,107	3,478
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.7kg/ha	35,566	32,090	3,476
Quinoxifen 145cc/ha	35,103	31,673	3,431
Myclobutanil 220gr/ha	34,492	31,121	3,371
Testigo absoluto	32,585	29,401	3,184

Es importante mencionar que todos los tratamientos del rendimiento neto y bruto presentaron el mismo orden ya que no hubieron diferencias entre ambos, solamente se descartó la fruta de rechazó.

En el rendimiento bruto y neto, todos los tratamientos difiero al testigo absoluto, teniendo un rendimiento bajo.

## **7.4 FACTORES DE CALIDAD**

### **a) Firmeza (kilogramos sobre pulgada cuadrada)**

Para esta variable de firmeza, el análisis de varianza, no presentó diferencias significativas entre los tratamientos (sección de anexos, cuadro 38). Por lo tanto no se realizó la prueba de DGC a  $\alpha=0.05$ ; los datos originales tomados en campo se encuentran en sección de anexos, cuadro 44. Esto se debe a que el clima del valle de la fragua en los meses de febrero a mayo el cultivo sufre de estrés hídrico y este tiende a que el cultivo perfeccione la firmeza. Además el encargado de nutrición no riega faltando 5 días para la cosecha para que la firmeza suba a la presión aceptable para el mercado internacional.

### **b) Sólidos solubles**

Para esta variable de solidos solubles, el análisis de varianza no presentó diferencias significativas entre los tratamientos (sección de anexos, cuadro 39); por lo tanto no se realizó la prueba de DGC a  $\alpha=0.05$ ; los datos originales tomados en campo se encuentran en sección de anexos, cuadro 45. Esto se debe a que el clima del valle de la fragua en los meses de febrero a mayo el cultivo sufre de estrés hídrico y este tiende a que el cultivo perfeccione los grados brix de la fruta. Además el encargado de nutrición no riega faltando 5 días para la cosecha para que los grados brix suban al grado aceptable para el mercado internacional.

## 7.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

Para este análisis se realizó el desglose del costo de producción total de melón equivalente a una hectárea, lo cual se muestra en el cuadro 19. Lo cual se utilizó para calcular el beneficio costo de cada tratamiento.

Cuadro 19. Costo de producción de una hectárea en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala, 2013.

<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>	<b>costo total</b>
<b>Materia prima</b>		<b>Q 56,641.12</b>
Insumos agrícolas	Q 13,091.41	
Pesticidas	Q 9,434.99	
Fertilizantes	Q 5,824.89	
Semillas	Q 8,910.18	
Pilones	Q 1,102.29	
Material de empaque	Q 12,509.72	
Químicos desinfectantes	Q 465.78	
Aceites y lubricantes	Q 4,160.19	
Repuestos y accesorios	Q 1,141.67	
<b>Mano de obra</b>		<b>Q 23,699.69</b>
Técnicos	Q 2,507.14	
Personal de campo y eventuales	Q 18,698.83	
Personal de planta de empaque	Q 2,493.72	
<b>Costos indirectos</b>		<b>Q 5,154.40</b>
Alquileres	Q 1,892.68	
Energía eléctrica	Q 1,325.60	
Teléfono	Q 657.45	
Seguros	Q 1,278.67	
<b>Gastos de operación</b>		<b>Q 5,030.83</b>
Gastos de comercialización	Q 183.69	
Gastos de administración	Q 4,847.14	
<b>Otros gastos</b>		<b>Q 9.67</b>
Gastos financieros	Q 9.67	
<b>Costo de producción</b>		<b>Q 90,535.71</b>

El análisis económico de beneficio/costo por tratamiento se realizó en base a los resultados obtenidos de la producción de cada tratamiento en rendimientos totales para la comercialización en kg/ha, donde se comercializó en el mercado internacional a un precio de Q 4.44 por kg; lo cual se obtuvo una diferencia de utilidad entre los trece

tratamientos. Según los resultados obtenidos de la relación Beneficio/Costo mayor se obtuvo con el fungicida Boscalid + Pyraclostrobin con dosis de 0.6 kg/ha que proporcionó una relación de 0.60 y la relación Beneficio/costo más baja siendo el fungicida Myclobutanil con dosis de 220 g/ha obteniendo una relación de 0.52 superando al testigo absoluto que obtuvo una relación de 0.44 (cuadro 20). El costo de producción equivalente a una hectárea es de Q 90,535.71

Cuadro 20. Beneficio/costo en la producción de melón tipo Cantaloupe (Harper) en la evaluación de Quinoxifen y tres dosis para el control del mildiú polvoriento Estanzuela, Zacapa, Guatemala, 2013.

<b>Tratamiento</b>	<b>Kg/ha</b>	<b>Ingreso (Q)</b>	<b>Utilidad (Q)</b>	<b>Rentabilidad (%)</b>	<b>Beneficio/costo (Q)</b>
Boscalid + Pyraclostrobin 0.6kg/ha	32,742	145,427.96	54,331.54	159.64	0.60
Quinoxifen 290cc/ha	32,508	144,389.19	53,321.91	158.55	0.59
Myclobutanil 250gr/ha	32,458	144,166.60	53,158.50	158.41	0.58
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.6kg/ha	32,391	143,869.81	52,958.39	158.25	0.58
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.5kg/ha	32,291	143,424.62	52,575.82	157.87	0.58
Boscalid + Pyraclostrobin 0.8kg/ha	32,441	144,092.40	52,809.07	157.85	0.58
Boscalid + Pyraclostrobin 0.4kg/ha	32,307	143,498.82	52,589.30	157.85	0.58
Quinoxifen 435cc/ha	32,374	143,795.61	52,462.54	157.44	0.57
Trifloxystrobin + Tebuconazole 0.7kg/ha	32,090	142,534.24	51,560.21	156.68	0.57
Myclobutanil 280gr/ha	32,107	142,608.44	51,543.66	156.60	0.57
Quinoxifen 145cc/ha	31,673	140,679.29	49,877.80	154.93	0.55
Myclobutanil 220gr/ha	31,121	138,230.76	47,279.35	151.98	0.52
Testigo Absoluto	29,401	130,588.37	40,052.66	144.24	0.44

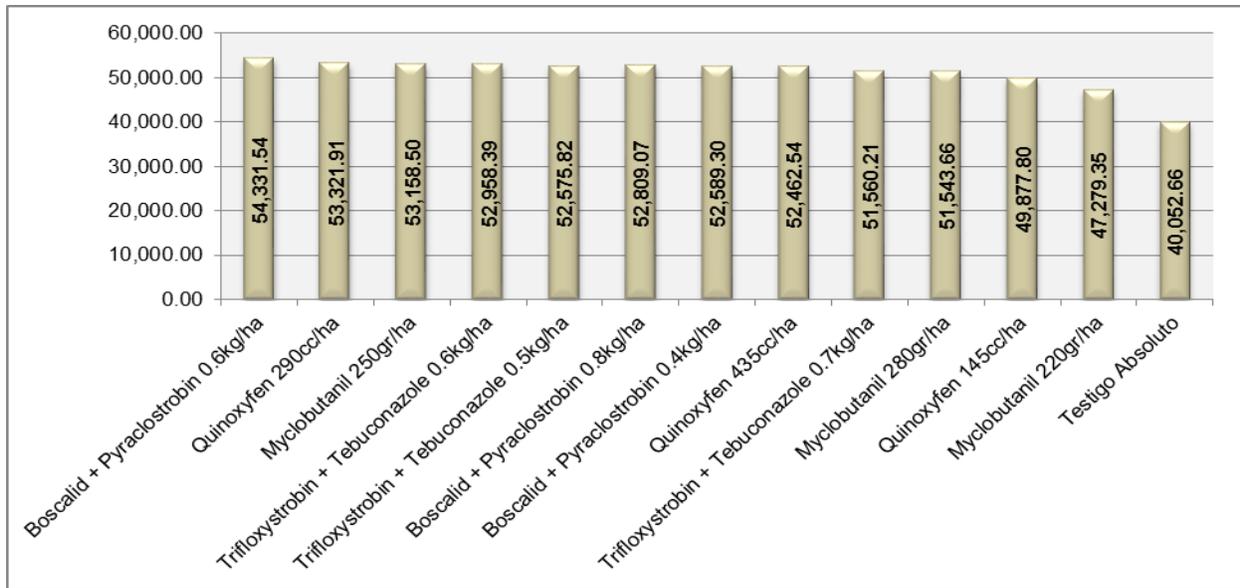


Figura 18. Utilidad en la producción de melón tipo Cantaloupe (Harper) en la evaluación de la eficacia del Quinoxifen en tres dosis para el control del mildiú polvoriento Estanzuela, Zacapa, Guatemala, 2013.

El cuadro 20 y figura 18, se puede apreciar que la mayor relación en cuanto al beneficio/costo la obtuvo el tratamiento Boscalid + Pyraclostrobin con dosis de 0.6 kg/ha con una utilidad de Q 54,331.54 en comparación con el Testigo absoluto que obtuvo una relación beneficio/costo de 0.44 con una utilidad de Q 40,052.66, de tal manera que utilizando el tratamiento Boscalid + Pyraclostrobin con dosis de 0.6 kg/ha se obtiene una diferencia de utilidad a favor de Q 14,278.88 comparado con el Testigo absoluto que su utilidad es menor.

## 7.6 PROGRAMA FITOSANITARIO

Para disminuir el porcentaje de pérdidas en el cultivo de melón por el mildiú polvoriento principalmente en el Valle de la Fragua Zacapa, se propone el siguiente programa fitosanitario (Cuadro 21) con los productos evaluados para su debido control durante la fenología del cultivo; para así poder rotar los fungicidas evaluados para que la enfermedad no tenga resistencia a los fungicidas evaluados.

Cuadro 21. Beneficio/costo en la producción de melón tipo Cantaloupe (Harper) en la evaluación de Quinoxyfen para el control del mildiú polvoriento Estanzuela, Zacapa, Guatemala, 2013.

FENOLOGIA	DÍAS	ESPECIFICACIONES DEL CULTIVO	PRODUCTOS	DOSIS	OBSERVACIONES
Flor femenina	22-24 días del trasplante	Inicio flores femeninas, requiere abejas para polinización dura 14 días	Nativo 75 WG	0.5 kg/ha	Repetir 7 días después, en función de la presión de la enfermedad o según calendario de aplicación, respetando la carencia a cosecha 21 días.
Formación de la red	12-14 Después de cuaje del fruto	Forma red	Bellis 38 WG	0.6 kg/ha	Se aplica una sola vez.
			Quintec 25 SC	290 cc/ha	Se aplica una sola vez.
Cosecha	54-56 Días de trasplante	Fruto formado con red	Rally 40 WP	250 g/ha	Se aplica a los 5 días antes de la cosecha dependiendo de las condiciones de la enfermedad. La carencia de este producto es de 0 días

## VIII. CONCLUSIONES

Se determinó que las tres dosis evaluadas de Quinoxifen son eficaces para el control de Mildiú Polvoriento.

Se determinó que el mejor tratamiento, en cuanto a rendimiento, fue el fungicida Boscalid + Pyraclostrobin con dosis de 0.6 kg/ha.

Se determinó que ninguna dosis evaluada de Quinoxifen afecta negativamente los factores de calidad de fruto.

De acuerdo al análisis económico beneficio/costo se determinó que el mejor tratamiento fue Boscalid + Pyraclostrobin con dosis de 0.6 kg/ha, con 0.60%; lo cual coincide financiera y técnicamente como el mejor. Debido a que la diferencia del testigo absoluto, donde no se aplicó ningún fungicida preventivo, alcanzó una relación de 0.44%.

## **IX. RECOMENDACIONES**

Se recomienda la aplicación foliar de Quinoxifen con dosis de 435 cc/ha, para el control y manejo del mildiú polvoriento en melón aplicado en rotación con otros fungicidas que presentan diferentes mecanismos de acción sobre el patógeno, en los meses de febrero a marzo en condiciones donde las temperaturas son muy altas para el desarrollo de la enfermedad.

Se recomienda realizar un estudio para el control del mildiú polvoriento en cucurbitáceas y otros cultivos en el valle de la Fragua y en otras regiones; evaluando los mismos fungicidas y diferentes dosis para así determinar la efectividad biológica sobre la enfermedad, incluyendo factores de calidad de la fruta.

Se recomienda realizar estudios para el control de mildiú polvoriento utilizando Quinoxifen en programas de producción integrada o combinados con otros fungicidas, para observar los resultados en cuanto a eficacia y rentabilidad.

Se recomienda evaluar la vida de anaquel de los frutos del testigo absoluto y compararlos con los fungicidas evaluados en el Valle de la Fragua Zacapa.

## X. BIBLIOGRAFIA

- Agrios, G.N. (1996). Fitopatología (2a. ed.). Limusa, México D.F.
- Basf. (2007). Basf the Chemical Company. Obtenido de Línea: [http://www.basf.com.pe/agro/ficha\\_print/kumulus\\_print.htm](http://www.basf.com.pe/agro/ficha_print/kumulus_print.htm)
- Bayer, C. (2009). Panfleto Bellis 38 WG. Obtenido de [http://www.bayercropscience-ca.com/contenido.php?id=163&id\\_prod=544](http://www.bayercropscience-ca.com/contenido.php?id=163&id_prod=544)
- Blancard, D. L. (1996). Enfermedades de las cucurbitáceas - Observar, Identificar, Luchar. Madrid, Madrid, España: Mundi- Prensa Libros, S.A.
- Casaca, A. (2005). El cultivo de melon. Guías tecnológicas de frutas y vegetales. Tegucigalpa, Honduras. Recuperado el 29 de Mayo de 2014, de <http://gamis.zamorano.edu/gamis/es/Docs/frutas/melon.pdf>.
- Cimmyt, (2012). Mildiú polvoriento. Obtenido de <http://wheatdoctor.cimmyt.org/index.php>. Publicaciones CIMMYT.
- Colleen, Y. (2011). Squashing Powdery Mildew in Calibrachoa. Obtenido de <http://www.ballpublishing.com/growertalks/ViewArticle.aspx?articleid=18608>
- Dow agrosiences. (2007). Ficha técnica Quintec 25 SC. USA: Publicaciones Dow AgroSciences.
- Dow agrosiences. (2009). Panfleto Rally 40 WP. USA: Publicaciones Dow AgroSciences.
- Dubón, O. R. (2006). Principales plagas del cultivo de melón y sus enemigos naturales en el Valle de la Fragua, Zacapa, Guatemala. Guatemala: Informe de Post-grado de Especialización en Protección de Plantas de la Universidad Rafael Landívar de Guatemala y la Universidad de Vicosa de Brasil. 120 p.
- Estrada, R. S. (2007). Alternativas de Bajo Impacto Ambiental para el Control de Cenicilla [*Sphaerotheca fuliginea* (Schlechtend.:Fr) Pollaci] en Pepino. Culiacan Sinalona: CIAD.
- García, E. (2009). Eficacia biológica del fungicida Bellis 38 WG para el control de Mildiu Polvoso y su efecto sobre el rendimiento y la calidad, en el cultivo melón (*Cucumis melo*). Zacapa, Guatemala. Guatemala: Documento no publicado, Fruta Mundial, S.A.

- González, N., Coca, M., Martínez, D. (2010). Mildiú polvoriento en las cucurbitáceas. *Revista de Protección Vegetal*, 44-50.
- Google earth. (2014). Google Earth. Obtenido de <http://www.google.com/earth/index.html>
- Hernández, S. (2011). Eficacia de tres dosis de bicarbonato de potasio para el control del Mildiú Polvoriento en el cultivo de melón (*Cucumis melo*) Zacapa, Guatemala. Guatemala: Tesis Ing. Agro. Universidad Rafael Landívar.
- Maga, M. d. (2011). *El Agro en Cifras*. Guatemala: Publicaciones MAGA.
- Morales, M. (2005). Identificación de un candidato para el gen *nsv* que confiere resistencia al virus de las manchas necróticas del melón (*mnsv*) mediante clonaje posicional. España: Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Rijk zwaan. (2012). Descripción del material tipo Harper Caribbean Gold RZ. Obtenido de <http://www.rijkszwaan.es/wps/wcm/connect/RZ+ES/Rijk+Zwaan/home>
- Rivas, A. (2002). Evaluación de la cubierta flotante de polipropileno para la prevención de virosis transmitidas por mosca blanca (*Bemisia tabaci* G. biotipo "B") en el cultivo del melón (*Cucumis melo* L. Var. *Reticulatus*) en el valle de La Fragua, Zacapa. Guatemala: Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Sagarpa. (2002). *El melón: Tecnología de producción y comercialización*. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Samayoa, F. (2012). Incidencia y severidad del mildiú polvoriento en el cultivo de melón. (E. Castillo, Entrevistador) Zacapa, Estanzuela, Guatemala.
- Semillas del caribe. (2012). Clasificación de enfermedades según su afeten caudal. Obtenido de <http://www.semilladelcaribe.com.mx/sc/archi/agente.pdf>
- Zuñiga, J. (2012). Incremento del mildiú polvoriento en el area del Valle de La Fragua Zacapa. (E. Castillo, Entrevistador)

## XI. ANEXOS



Figura 19. Síntomas de la enfermedad.



Figura 20. Hoja presentando síntomas avanzados del mildiú polvoriento.



Figura 21. Hojas presentando síntomas avanzados del mildiú polvoriento en el envés de la hoja.



Figura 22. Manchas extensas polvorrientas en una hoja de Melón.



Figura 23. Numerosas manchas polvorrientas blancas, circulares, observables en el haz de una hoja de Melón.



Figura 24. Testigo Absoluto de la evaluación experimental de 4 fungicidas y tres dosis para el mildiú polvoriento en el cultivo de melón.

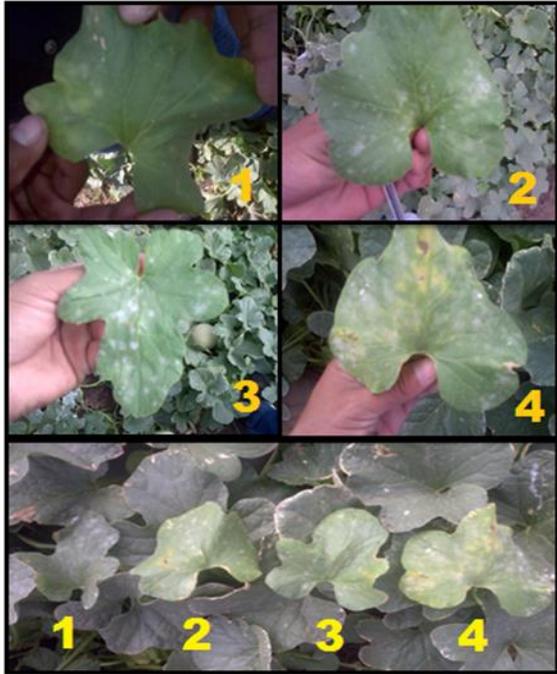


Figura 25. Escala de Fujiwara y Fujii (2000) utilizada en la evaluación de Quinoxyfen para el control del mildiú polvoriento en el cultivo de melón.



Figura 26. Lecturas tomadas para la evaluación de Quinoxyfen para el control del mildiú polvoriento en melón.



Figura 27. Hojas infectadas por el mildiú polvoriento de las diferentes lecturas tomadas durante la evaluación.



Figura 28. Aplicación foliar para el control preventivo del mildiú polvoriento en esta evaluación.



Figura 29. Parcelas de cada tratamiento en esta evaluación.



Figura 30. Conteo de fruta para el rendimiento bruto en esta evaluación.



Figura 31. Tamaño de fruta evaluada en esta investigación.



Figura 32. Peso de fruto para el rendimiento neto en esta evaluación.



Figura 33. Toma de Firmeza de la carnaza en esta evaluación.



Figura 34. Toma de sólidos solubles (Grados brix) en esta evaluación.

Cuadro 22. Cronograma de las actividades del experimento.

Actividades	Meses Semanas	Enero				Febrero				Marzo				Abril				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Trasplante de pilón (plántula)				x														
Tapado de trasplante				x														
Destape de Agribón							x											
Monitoreos							x	x	x		x	x						
Aplicaciones							x	x	x		x							
Rendimiento bruto									x									
Factores a evaluar																		x
Cosecha o Rendimiento Neto																		x

Cuadro 23. Análisis de Varianza para la primera lectura de severidad evaluada del mildiú polvoriento en el cultivo de melón.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Diferencia</b>
Modelo.	34.7	14	2.48	1.13	0.3798	
Bloques	4.89	2	2.44	1.12	0.343	
Tratamientos	29.81	12	2.48	1.14	0.3776	NS
Error	52.4	24	2.18			
Total	87.1	38				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
1ra lectura	39	0.4	0.05	64.93		

Cuadro 24. Análisis de Varianza para la segunda lectura de severidad evaluada del mildiú polvoriento en el cultivo de melón.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Diferencia</b>
Modelo.	150.88	14	10.78	2.54	0.0216	
Bloques	1.28	2	0.64	0.15	0.8606	
Tratamientos	149.6	12	12.47	2.94	0.0119	**
Error	101.84	24	4.24			
Total	252.72	38				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
2da lectura	39	0.6	0.36	58.43		

Cuadro 25. Análisis de Varianza para la tercera lectura de severidad evaluada del mildiú polvoriento en el cultivo de melón.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Diferencia</b>
Modelo.	627.08	14	44.79	9.92	<0.0001	
Bloques	4.17	2	2.08	0.46	0.6358	
Tratamientos	622.92	12	51.91	11.5	<0.0001	**
Error	108.33	24	4.51			
Total	735.42	38				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
3ra lectura	39	0.85	0.77	36.42		

Cuadro 26. Análisis de Varianza para la cuarta lectura de severidad evaluada del mildiú polvoriento en el cultivo de melón.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Diferencia</b>
Modelo.	1904.65	14	136.05	21.37	<0.0001	
Bloques	11.78	2	5.89	0.93	0.4102	
Tratamientos	1892.87	12	157.74	24.78	<0.0001	**
Error	152.8	24	6.37			
Total	2057.45	38				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
4ta lectura	39	0.93	0.88	33.22		

Cuadro 27. Análisis de Varianza para la quinta lectura de severidad evaluada del mildiú polvoriento en el cultivo de melón.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Diferencia</b>
Modelo.	13567.63	14	969.12	320.7	<0.0001	
Bloques	4.57	2	2.28	0.76	0.4805	
Tratamientos	13563.06	12	1130.26	374.1	<0.0001	**
Error	72.52	24	3.02			
Total	13640.14	38				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
5ta lectura	39	0.99	0.99	21.52		

Cuadro 28. Análisis de Varianza para el análisis combinado con las cinco lecturas de severidad evaluada del mildiú polvoriento en el cultivo de melón.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Diferencia</b>
Modelo.	1514.55	14	108.18	119.27	<0.0001	
Bloques	0.73	2	0.37	0.4	0.6729	
Tratamientos	1513.82	12	126.15	139.08	<0.0001	**
Error	21.77	24	0.91			
Total	1536.32	38				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
General	39	0.99	0.98	17.44		

Cuadro 29. Análisis de Varianza DBCA con arreglo combinatorio 4x3, de la primera lectura de severidad evaluada del mildiú polvoriento en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala, 2013.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Diferencia</b>
Modelo.	27	13	2.08	0.92	0.5528	
Fungicida	4.69	3	1.56	0.69	0.5686	NS
Dosis	6.6	2	3.3	1.45	0.2552	NS
Bloque	4.25	2	2.13	0.94	0.4067	
Fungicida*Dosis	11.5	6	1.91	0.84	0.5514	NS
Error	49.9	22	2.27			
Total	76.9	35				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
Lectura 1	36	0.35	0	69.97		

Cuadro 30. Análisis de Varianza DBCA con arreglo combinatorio 4x3, de la segunda lectura de severidad evaluada del mildiú polvoriento en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala, 2013.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Diferencia</b>
Modelo.	76.8	13	5.91	2.32	0.0394	
Fungicida	53	3	17.7	6.94	0.0019	**
Dosis	3.39	2	1.69	0.67	0.5243	NS
Bloque	2.34	2	1.17	0.46	0.6369	
Fungicida*Dosis	18.1	6	3.02	1.19	0.3487	NS
Error	56	22	2.54			
Total	133	35				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
Lectura 2	36	0.58	0.33	51.05		

Cuadro 31. Análisis de Varianza DBCA con arreglo combinatorio 4x3, de la tercera lectura de severidad evaluada del mildiú polvoriento en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala, 2013.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Diferencia</b>
Modelo.	81.8	13	6.29	1.96	0.0797	
Fungicida	31.4	3	10.5	3.25	0.0411	*
Dosis	0.61	2	0.3	0.09	0.9102	NS
Bloque	1.13	2	0.56	0.18	0.8402	
Fungicida*Dosis	48.7	6	8.12	2.52	0.0518	NS
Error	70.8	22	3.22			
Total	153	35				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
Lectura 3	36	0.54	0.26	37.70		

Cuadro 32. Análisis de Varianza DBCA con arreglo combinatorio 4x3, de la cuarta lectura de severidad evaluada del mildiú polvoriento en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala, 2013.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Diferencia</b>
Modelo.	82.6	13	6.35	1.21	0.3380	
Fungicida	24.5	3	8.16	1.55	0.2300	NS
Dosis	3.39	2	1.69	0.32	0.7285	NS
Bloque	8.07	2	4.04	0.77	0.4767	
Fungicida*Dosis	46.6	6	7.77	1.47	0.2326	NS
Error	116	22	5.27			
Total	198	35				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
Lectura 4	36	0.42	0.07	40.80		

Cuadro 33. Análisis de Varianza DBCA con arreglo combinatorio 4x3, de la quinta lectura de severidad evaluada del mildiú polvoriento en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala, 2013.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Diferencia</b>
Modelo.	77.9	13	5.99	2.54	0.0259	
Fungicida	5.73	3	1.91	0.81	0.5015	NS
Dosis	11.2	2	5.6	2.38	0.1163	NS
Bloque	3.39	2	1.69	0.72	0.4985	
Fungicida*Dosis	57.6	6	9.59	4.07	0.0068	**
Error	51.8	22	2.36			
Total	130	35				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
Lectura 5	36	0.6	0.36	56.67		

Cuadro 34. Análisis de Varianza DBCA con arreglo combinatorio 4x3, del porcentaje de severidad general combinado con las cinco lecturas evaluadas del mildiú polvoriento en el cultivo de melón, Zacapa, Guatemala 2013. Datos transformados (RAIZ  $\sqrt{X+1}$ ).

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Diferencia</b>
Modelo.	1.02	13	0.08	2.92	0.0129	
Fungicida	0.63	3	0.21	7.8	0.001	**
Dosis	0.05	2	0.03	0.93	0.4086	NS
Bloque	0.01	2	0.01	0.2	0.8201	
Fungicida*Dosis	0.33	6	0.06	2.06	0.1006	NS
Error	0.59	22	0.03			
Total	1.61	35				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
Severidad General	36	0.63	0.42	7.61		

Cuadro 35. Análisis de Varianza del área bajo la curva del progreso de la enfermedad (mildiú polvoriento) general combinado con las cinco lecturas.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Diferencia</b>
Modelo.	505227.2	14	36087.66	78.94	<0.0001	
Bloques	398.08	2	199.04	0.44	0.652	
Tratamientos	504829.2	12	42069.1	92.03	<0.0001	**
Error	10971.3	24	457.14			
Total	516198.5	38				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
ABCPE	39	0.98	0.97	16.88		

Cuadro 36. Análisis de Varianza para el rendimiento bruto (kg/ha).

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Diferencia</b>
Modelo.	34411263	12	2867605	48.98	<0.0001	
Tratamientos	34411263	12	2867605	48.98	<0.0001	**
Error	1522264	26	58548.62			
Total	35933527	38				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
Rendimiento Bruto Kg/ha	39	0.96	0.94	0.68		

Cuadro 37. Análisis de Varianza para el rendimiento neto (kg/ha).

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Diferencia</b>
Modelo.	28011180	12	2334265	33.51	<0.0001	
Tratamientos	28011180	12	2334265	33.51	<0.0001	**
Error	1811065	26	69656			
Total	29822245	38				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
Rendimiento Neto Kg/ha	39	0.94	0.91	0.82		

Cuadro 38. Análisis de Varianza para firmeza (kg/F) de la carnaza del fruto.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Diferencia</b>
Modelo.	10.15	14	0.73	1.16	0.3659	
Bloques	1.13	2	0.56	0.9	0.421	
Tratamientos	9.03	12	0.75	1.2	0.3389	NS
Error	15.07	24	0.63			
Total	25.22	38				

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Firmeza (psi)	39	0.4	0.05	10.74

Cuadro 39. Análisis de Varianza para solidos solubles (Grados Brix)

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Diferencia</b>
Modelo.	21.89	14	1.56	1.12	0.389	
Bloques	2.32	2	1.16	0.83	0.4465	
Tratamientos	19.56	12	1.63	1.17	0.3564	NS
Error	33.44	24	1.39			
Total	55.33	38				

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Grados brix	39	0.4	0.04	10.58

Cuadro 40. Datos originales transformados a porcentaje de severidad con la fórmula de Fujiwara y Fujii (2000) del mildiú polvoriento en el cultivo de melón.

<b>Parcelas</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>05/02/2013</b>	<b>12/02/2013</b>	<b>19/02/2013</b>	<b>26/02/2013</b>	<b>05/03/2013</b>
101	10	2.50	1.25	7.50	3.75	1.25
102	4	1.25	3.75	5.00	8.75	1.25
103	9	1.25	2.50	5.00	6.25	6.25
104	1	3.75	1.25	3.75	10.00	3.75
105	12	0.00	2.50	2.50	6.25	0.00
106	3	1.25	10.00	2.50	5.00	1.25
107	6	2.50	5.00	5.00	5.00	2.50
108	7	0.00	0.00	3.75	5.00	0.00
109	2	2.50	3.75	7.50	2.50	3.75
110	5	3.75	5.00	6.25	7.50	2.50
111	11	3.75	5.00	2.50	2.50	6.25
112	8	2.50	1.25	5.00	3.75	2.50
113	13	5.00	6.25	23.75	36.25	76.25
201	7	3.75	1.25	2.50	6.25	1.25
202	10	1.25	3.75	6.25	3.75	6.25
203	5	1.25	2.50	6.25	7.50	6.25
204	9	1.25	1.25	3.75	7.50	5.00
205	1	1.25	5.00	1.25	6.25	2.50
206	12	2.50	3.75	3.75	3.75	0.00
207	2	3.75	2.50	5.00	2.50	1.25
208	4	1.25	5.00	6.25	11.25	2.50
209	8	1.25	1.25	1.25	5.00	3.75
210	11	2.50	3.75	5.00	11.25	2.50
211	3	1.25	2.50	6.25	2.50	2.50
212	13	2.50	5.00	15.00	30.00	71.25
213	6	0.00	5.00	7.50	7.50	3.75
301	12	5.00	1.25	7.50	6.25	1.25
302	1	1.25	3.75	1.25	6.25	1.25
303	5	0.00	3.75	2.50	5.00	6.25
304	7	2.50	1.25	3.75	1.25	1.25
305	10	0.00	1.25	7.50	6.25	3.75
306	13	3.75	13.75	17.50	27.50	70.00
307	2	5.00	2.50	6.25	5.00	0.00
308	9	3.75	1.25	2.50	3.75	2.50
309	11	5.00	3.75	5.00	7.50	3.75
310	6	3.75	3.75	5.00	6.25	3.75
311	3	2.50	3.75	7.50	3.75	2.50
312	8	1.25	1.25	2.50	6.25	2.50
313	4	1.25	6.25	8.75	3.75	0.00

Cuadro 41. Datos originales de porcentaje de eficacia por cada tratamiento transformados con la fórmula de Abbott (1925) en el cultivo de melón.

Tratamientos	Lectura 2	Lectura 3	Lectura 4	Lectura 5	General
T1	60	88.89	76.00	96.55	87.00
T2	65	66.67	89.33	97.70	86.69
T3	35	71.11	88.00	97.13	86.38
T4	40	64.44	74.67	98.28	83.59
T5	55	73.33	78.67	93.10	83.59
T6	45	68.89	80.00	95.40	83.59
T7	90	82.22	86.67	98.85	91.64
T8	85	84.44	84.00	95.98	89.78
T9	80	80.00	81.33	93.68	86.69
T10	75	62.22	85.33	94.83	86.07
T11	50	77.78	77.33	94.25	82.66
T12	70	75.56	82.67	99.43	88.54
T13	-	-	-	-	-

Cuadro 42. Media de datos originales transformados a kg/ha de la variable rendimiento bruto (kg/ha).

Tratamientos	I	II	III	Medias
1	35053	35015	35242	35103
2	36050	36118	35920	36029
3	35790	35860	35994	35881
4	35935	35587	35900	35807
5	36855	36055	35955	36288
6	35990	35980	35894	35955
7	34360	34458	34659	34492
8	35959	35859	36100	35973
9	35892	35870	34991	35584
10	35981	35881	35502	35788
11	35928	35930	35840	35899
12	35577	35667	35453	35566
13	32340	32840	32576	32585

Cuadro 43. Media de datos originales convertidos a kg/ha de la variable rendimiento neto (kg/ha).

<b>Tratamientos</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>Medias</b>
1	31653	31723	31642	31673
2	32350	32255	32920	32508
3	32390	32160	32572	32374
4	32435	32287	32200	32307
5	33215	33055	31955	32742
6	32490	32580	32254	32441
7	31060	31245	31059	31121
8	32673	32599	32100	32457
9	31959	31970	32391	32107
10	32088	32283	32502	32291
11	32428	32430	32315	32391
12	32077	32090	32103	32090
13	29440	29410	29353	29401

Cuadro 44. Media de datos originales de firmeza (kg/F) de la caraza del fruto.

<b>Tratamientos</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>Medias</b>
1	6	6.55	6.35	6.30
2	6.75	6.45	6.5	6.57
3	7.35	7.55	7.5	7.47
4	7.1	7.8	7.75	7.55
5	6.15	8.25	9.5	7.97
6	7.6	7.8	7.3	7.57
7	7.4	9.05	7.45	7.97
8	7.1	8.25	7.4	7.58
9	8.25	7.5	6.5	7.42
10	9.2	7.55	6.75	7.83
11	6.4	7.2	7.4	7.00
12	7.75	7	6.95	7.23
13	8	8	6.4	7.47

Cuadro 45. Media de datos originales de sólidos solubles °Brix de la fruta.

<b>Tratamientos</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>Medias</b>
1	9.75	9.25	10.25	9.75
2	9.5	10	9.5	9.67
3	12.75	12	10	11.58
4	12	10.5	10.5	11.00
5	10.5	10	12	10.83
6	10	10.75	12.5	11.08
7	13.5	9	12.5	11.67
8	11.75	12.5	11.65	11.97
9	13	11	11.5	11.83
10	12	12	10.5	11.50
11	11.5	12.5	11.5	11.83
12	12.5	10.5	10	11.00
13	10	11	13	11.33