

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA DE FUNGICIDAS SINTÉTICOS Y BIOLÓGICOS PARA EL MANEJO DE LA MUSTIA HILACHOSA (*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk.) EN EL CULTIVO DE FRIJOL POROTO, *Phaseolus vulgaris* L. EN LA VARIEDAD IDIAP R-2, EN EL CORREGIMIENTO DE CAÑAS GORDAS, RENACIMIENTO

ELVIA INÉS PITTÍ GONZÁLEZ

4-778-550

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2021

COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA DE FUNGICIDAS SINTÉTICOS Y BIOLÓGICOS PARA EL MANEJO DE LA MUSTIA HILACHOSA (*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk.) EN EL CULTIVO DE FRIJOL POROTO, *Phaseolus vulgaris* L. EN LA VARIEDAD IDIAP R-2, EN EL CORREGIMIENTO DE CAÑAS GORDAS, RENACIMIENTO

TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN CULTIVOS TROPICALES

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEBE SER OBTENIDO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

APROBADO:

M.Sc. JOSÉ C. URETA R. (DIRECTOR): _____

DR. JUAN M. OSORIO: _____

DR. JUAN CORELLA J.: _____

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2021

AGRADECIMIENTO

En estas líneas deseo expresar mi sincero agradecimiento a Dios principalmente, por ser guía de mis pasos cada día en los momentos más difíciles.

A mi mamá Inés González, mi hermana Melanys Pittí, por ser mis aliadas, por sus palabras de motivación para poder superarme y ser perseverante en mis metas propuestas, a mi padre Sait Pittí, por su apoyo incondicional y dispuesto siempre a colaborar con mis proyectos.

A mi pareja, Ezequiel Castillo, por apoyarme en la realización de esta tesis, por motivarme a culminar mi carrera. A nuestro hijo Ezequiel Elian, la razón que me motiva cada día a luchar para alcanzar cada objetivo propuesto.

A mi abuela Bruna Rosas, por su amor y apoyo incondicional.

Al profesor M.Sc. José C. Ureta R. por su colaboración, ayuda y consejos en el desarrollo de esta tesis como director y como profesor en los años cursados de esta carrera.

Al comité asesor; el profesor Dr. Juan Corella Justavino, por su tiempo y dedicación para explicarme sobre el análisis de datos y facilitarme el programa de SAS, por siempre estar anuente a resolver mis dudas y al profesor Dr. Juan Osorio, por su apoyo en el desarrollo del análisis de las muestras en laboratorio.

Finalmente, y no menos importante a cada uno de mis familiares y amigos que siempre han estado dispuestos a apoyarme con sus palabras de motivación para que lograra culminar esta meta.

La Lcda. Génesis Acosta, señora Roma y Profa. Felicita González, por sus palabras de motivación y apoyo en cada actividad que emprendiera.

Elvia Inés P.

DEDICATORIA

A Dios por permitirme cumplir las metas que hasta el momento me he propuesto en mi vida.

A mi madre Inés de Pittí, mi modelo a seguir como madre y mujer trabajadora, dedicada y abnegada por nuestra educación académica, moral y espiritual. Por estar en cada paso que he dado, tus manos siempre han estado para refugiarme y guiarme cuando he decidido abandonar la batalla.

A mi padre Sait Pittí, por su apoyo, consejos y educación que han sido pilares importantes en la realización de mi vida. Por enseñarme desde pequeña el valor del trabajo “El trabajo honrado dignifica al hombre”.

A mis hermanas Melanys Pittí y Karla Sagel, mis compañeras de mil batallas.

A mi hijo Ezequiel Elian, por llegar a mi vida y demostrarme de todo lo que puedo ser capaz de hacer, por tu amor siempre dispuesto a brindarme, mi razón de seguir luchando por una superación. Ezequiel, por su apoyo en cada momento y ser parte de esta meta cumplida.

A mi abuelita Rosa, que, con sus sabios consejos y amor dispuesto, ha sido parte de mi educación y crecimiento personal.

A mis tíos Pedro Serrano, Eunice Garrido y Edda Martínez, por su apoyo y consejos brindados, han contribuido en formar una persona honorable y con valores.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias y cada profesor que, durante los años transcurridos de mis estudios en esta institución, hicieron sus aportes con sus enseñanzas a mis conocimientos adquiridos que hoy me hacen merecedora del título de Ingeniera en Agrónoma en Cultivos Tropicales. Principalmente a mis asesores de trabajo de Tesis, Profesor M.Sc. José C. Ureta, Dr. Juan Corella y Dr. Juan Osorio, a los cuales les agradezco su tiempo, dedicación y consejos brindados.

Elvia Inés

RESUMEN

Pittí, E, 2018. Comparación de la eficiencia de fungicidas sintéticos y biológicos para el manejo de la Mustia Hilachosa (*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk.) En el cultivo de poroto, *Phaseolus vulgaris* L. En la variedad IDIAP r-2, en el corregimiento de Cañas gordas, Renacimiento. Tesis. Ingeniería Agronómica en Cultivos Tropicales. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá.

El desarrollo de esta investigación se hizo en la finca del señor Rubén Serrano, en la comunidad de Alto Quiel, corregimiento de Cañas Gordas, distrito de Renacimiento. Este ensayo se realizó con el propósito de comparar la eficiencia de los fungicidas sintéticos versus los fungicidas biológicos, para el control de la enfermedad Mustia Hilachosa (*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk.), rendimiento por tratamiento y su efecto en la calidad de la semilla.

Los tratamientos evaluados en este ensayo fueron: de origen sintético; **T1** Estrobilurina + Triazol (Amistar 50 WG), **T3** Epoxiconazole + Clorotalonil (Duett 25 SC + Bravo 72 SC) (Alternado), **T5** Boscalid + Piraclostrobina + Clorotalonil (Bellis 38 WG + Bravo 72 SC) (alternado), **T6** Epoxiconazole + Kresoxim metil (Juwel 25 EC), **T9** Carbendazim + Clorotalonil (Carbendazina 50 WG + Bravo 72 SC) (Mezcla). De origen biológico: **T2** *Streptomyces Hygroscopicus* (Mai 007 SL), **T4** Extracto de la Planta *Melaleuca Alternifolia* (Timorex Gold), **T7** *Trichoderma viridae*, *T. koningii*, *T. harzianum*, *T. polysporum* + *Bacillus subtilis*, *B. laterosporus*, *B. licheniformis*, *B. megaterium*, *B. pumilus* (Custom B5 y GP),

T8 *B. licheniformis*, *B. subtilis* + *Trichoderma* + *T. polysporum*, *Paenibacillus Polymyxa* (Biotamax) (pastilla).

Los tratamientos fungicidas con el ingrediente activo, Epoxiconazole (tratamientos T3 y T6), presentaron fitotoxicidad desde su primera aplicación.

En la evaluación de severidad se muestra que los tratamientos con mayor eficiencia en el control de la enfermedad fueron: T1 Amistar 50 WG, T9 Carbendazina 50 WG + Bravo 72 SC (mezcla) y T4 Timorex Gold. Mostrando diferencias altamente significativas entre los tratamientos en comparación con el testigo absoluto sin fungicida.

En cuanto al rendimiento los tratamientos con mejores pesos fueron: T1 Amistar 50 WG, T5 Bellis 38 WG + Bravo 72 SC (alternado), T4 Timorex Gold y T7 Custom GP y B5.

Palabras claves: Frijol Poroto, Mustia Hilachosa, *Thanatephorus cucumeris*, Fungicidas Sintéticos, Fungicidas Biológicos, Rendimiento, Eficiencia.

ABSTRACT

Pittí, E, 2018. Comparison of the efficiency of synthetic and biological fungicides for Web Blight management (“Mustia Hilachosa”) (*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk.) in kidney bean crop, *Phaseolus vulgaris* L. in the variety IDIAP R-2. Thesis. Agronomic Engineering in Tropical Crops. Faculty of Agricultural Sciences. University of Panama.

The development of this research was carried out on Mr. Rubén Serrano’s farm, in Alto Quiel community, Cañas Gordas village, District of Renacimiento. This trial was conducted with the purpose of comparing the efficiency of synthetic fungicides versus biological fungicides, for the control of Web Blight (“Mustia Hilachosa”) disease (*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk.), yield per treatment and its effect on seed quality.

The treatments evaluated in this trial were, of synthetic origin: **T1** Estrobilurina + Triazol (Amistar 50 WG), **T3** Epoxiconazole + Clorotalonil (Duett 25 SC + Bravo 72 SC) (alternate), **T5** Boscalid + Piraclostrobina + Clorotalonil (Bellis 38 WG + Bravo 72 SC) (alternate), **T6** Epoxiconazole + Kresoxim metil (Juwel 25 EC), **T9** Carbendazim + Clorotalonil (Carbendazina 50 WG + Bravo 72 SC) (Mix). Of biological origin: **T2** *Streptomyces hygroscopicus* (Mai 007 SL), **T4** Plant extract of *Melaleuca Alternifolia* (Timorex Gold), **T7** *Trichoderma viridae*, *T. koningii*, *T. harzianum*, *T. polysporum* + *Bacillus subtilis*, *B. laterosporus*, *B. licheniformis*, *B. megaterium*, *B. pumilus* (Custom B5 y GP), **T8** *B. licheniformis*, *B. subtilis* + *Trichoderma* + *T. polysporum*, *Paenibacillus Polymyxa* (Biotamax).

The fungicides treatments which included the active ingredient Epoxiconazole (treatments T3 and T6), presented phytotoxicity since their first application.

The severity evaluation shows that the treatments with the greatest efficiency in controlling the disease were: **T1** Amistar 50 WG, T9 Carbendazina 50 WG + Bravo 72 SC (mixture) and T4 Timorex Gold. Showing highly significant differences between the treatments compared to the absolute control without fungicide.

Keywords:

Kidney Beans, Web Blight (*Mustia Hilachosa*), *Thanatephorus cucumeris*, Synthetic Fungicides, Biological Fungicides, Yield, Efficiency.

ÍNDICE

PÁGINA DE PRESENTACIÓN	i
PÁGINA DE PRESENTACIÓN	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	v
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE CUADROS	xv
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	xviii
INTRODUCCIÓN	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A INVESTIGAR	3
1.1. ANTECEDENTES	3
1.1.1. Primeros registros de la Mustia Hilachosa en América.....	4
1.1.2. Control biológico	4
1.1.3. Control químico.....	5
1.2. JUSTIFICACION.....	5
1.3. OBJETIVOS	6

1.3.1. OBJETIVO GENERAL	6
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	6
1.4. HIPOTESIS.....	7
1.5. ALCANCES	7
1.6. LIMITACIONES.....	7
2. REVISIÓN DE LITERATURA	8
2.1. Características generales del cultivo.....	8
2.2. La Mustia Hilachosa y su agente causal (T. cucumeris Frank (Donk)) .	12
2.2.1. Métodos de manejo de la enfermedad.....	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1. Ubicación geográfica y características edafoclimáticas de la región.....	15
3.2. Preparación del terreno.....	16
3.2.1. Descripción del equipo de aspersión	16
3.3. Descripción del ensayo.....	16
3.3.1. Diseño experimental	16
3.3.2. Tratamientos evaluados:.....	17
3.4. Nombre comercial, ingrediente activo, familia química y modo de acción de los tratamientos fungicidas evaluados.....	19
3.5. Prácticas agronómicas.	21

3.6.	Cosecha	22
3.7.	Parámetros a evaluar.....	23
3.8.	Pruebas de laboratorio	24
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1.	Evaluación foliar de severidad.	26
4.1.1.	Evaluación de la severidad de la Mustia hilachosa (<i>t. cucumeris Frank (Donk)</i>).....	26
4.2.	CURVA DEL PROGRESO DE LA ENFERMEDAD.....	41
4.3.	Datos de peso y humedad	42
4.4.	Prueba de patología de semilla.....	45
5.	CONCLUSIONES	49
6.	RECOMENDACIONES.....	50
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen satelital de la ubicación de la comunidad de Alto Quiel.	15
Figura 2. Distribución de los tratamientos en el campo.....	17
Figura 3. Cosecha de las parcelas. Etapa en que el cultivo se encuentra en madures fisiológica y se procede al arranque y secado, para su posterior desgrane.....	22
Figura 4. Escala para la evaluación de la severidad.....	23
Figura 5. Prueba de patología de semillas.....	25
Figura 6. Incubación de tratamientos dentro de la cámara de control ambiental.	25
Figura 7. Toma de porcentaje de humedad con el humidímetro.....	43
Figura 8. Prueba de patología de semilla. Grano con signos visibles del patógeno (micelio).....	46
Figura 9. Muestra de micelio observada en el microscopio. Características propias de <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn.	46

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO I. Descripción de los tratamientos evaluados, dosis recomendada....	17
CUADRO II. Características de los fungicidas, ingrediente activo, familia química y modo de acción.	19
CUADRO III. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 28 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS) MEDIANTE LA ESCALA DE EVALUACIÓN DE LA MUSTIA HILACHOSA.....	27
CUADRO IV. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 28 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS).	28
CUADRO V. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 35 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS) MEDIANTE LA ESCALA DE EVALUACIÓN DE LA MUSTIA HILACHOSA.....	29
CUADRO VI. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA EVALUCIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 35 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS).	30
CUADRO VII. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 42 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS) MEDIANTE LA ESCALA DE EVALUACIÓN DE LA MUSTIA HILACHOSA.....	31

CUADRO VIII. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA EVALUCIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 42 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS).....	32
CUADRO IX. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 49 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS) MEDIANTE LA ESCALA DE EVALUACIÓN DE LA MUSTIA HILACHOSA.....	33
CUADRO X. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA EVALUCIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 49 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS).....	34
CUADRO XI. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 56 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS) MEDIANTE LA ESCALA DE EVALUACIÓN DE LA MUSTIA HILACHOSA.....	35
CUADRO XII. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA EVALUCIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 56 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS).....	36
CUADRO XIII. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 63 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS) MEDIANTE LA ESCALA DE EVALUACIÓN DE LA MUSTIA HILACHOSA.....	37

CUADRO XIV. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA EVALUCIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 63 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS).....	38
CUADRO XV. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 70 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS) MEDIANTE LA ESCALA DE EVALUACIÓN DE LA MUSTIA HILACHOSA.....	39
CUADRO XVI. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA EVALUCIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 70 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS).....	40
CUADRO XVII. REGISTRO DE PESO (KG) DE CADA TRATAMIENTO AL 12% DE HUMEDAD DEL GRANO.	43
CUADRO XVIII. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL REGISTRO DE PESO (g) DE GRANOS AL 12% DE HUMEDAD.....	44
CUADRO XIX. COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE CADA TRATAMIENTO. SEGÚN LAS COMPARACIONES DE MEDIAS DE TUKEY.....	45
CUADRO XX. EVALUACIÓN DE HONGOS ASOCIADOS A LA SEMILLA MEDIANTE PRUEBA DE PATOLOGÍA D. EXPRESADO EN PORCENTAJE... ..	47
CUADRO XXI. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUCIÓN DE DATOS REGISTRADOS EN LA PRUEBA DE PATOLOGÍA DE SEMILLA.....	48

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Grafica 1. Comparación del grado de severidad de Mustia Hilachosa del Testigo Absoluto versus los tratamientos fungicidas con los valores más bajos de acuerdo a la escala.....	41
Gráfica 2. Comparación del grado de severidad de mustia hilachosa del testigo absoluto versus los tratamientos fungicidas con los valores más altos de acuerdo a la escala.....	42

INTRODUCCIÓN

El frijol poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo de gran importancia en Panamá, siendo uno de los componentes básicos de la alimentación del panameño (Rodríguez, 2012). Es un alimento rico en proteínas y carbohidratos, que lo convierte en una fuente alimenticia complementaria a las deficiencias nutricionales de las clases medias y bajas de los países Latinoamericanos; lo que nos convierte en los mayores consumidores de esta leguminosa. (CIAT, 1982)

La producción nacional de poroto (*P. vulgaris* L.) para el cierre del ciclo del año agrícola 2017-2018 según el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA, 2018) fue de 15, 232.54 kg. La provincia de Chiriquí, realiza los mayores aportes en un porcentaje de 87.3% siendo las comunidades de mayor producción de este rubro Caisán, Río Sereno y San Andrés.

Una de las limitaciones que se presenta en este cultivo es la falta de recursos y apoyo del estado con políticas de financiamientos, que permitan al pequeño y mediano productor establecer esta actividad de manera segura y rentable; por otro lado, las afectaciones por enfermedades que dejan un alto porcentaje de pérdidas se dan debido a las continuas variaciones en el cambio climático, lo que obliga al productor a desertar de la actividad agrícola.

La Mustia Hilachosa producida por el agente causal *Thanatephorus cucumeris* (Frank.) Donk; es la enfermedad que causa mayor afección a este cultivo, causando defoliación parcial o total a la planta, que, en condiciones ambientales adecuadas, registra hasta el 90% de pérdida total de la plantación. (CIAT, 1982). Otra causa de pérdida debido a esta enfermedad se da por el desconocimiento en el uso de fungicidas específicos y sobre todo de tipo biológicos para dicho control, de allí la importancia de plantear esta investigación que contribuirá a comparar la eficiencia de fungicidas sintéticos (químicos), en relación a los fungicidas biológicos para el control de la enfermedad.

Uno de los factores que favorece el desarrollo de esta enfermedad en las zonas tropicales, son las altas precipitaciones y humedad relativa que se da en esta zona, siendo los meses entre noviembre y enero que coinciden con la época lluviosa, superando los 800 mm y el 90% de HR. (Lorenzo E., 2012) El desarrollo del patógeno es favorecido por la presencia de plantas con alto contenido de nitrógeno y deficientes en calcio. (Rodríguez y Lorenzo, 2012).

El uso desmedido de los fungicidas químicos por los productores no asegura un manejo efectivo de la enfermedad, ya que se hacen de manera curativa o preventiva, sin tomar en cuenta la selectividad del producto hacia el patógeno. Lo cual se ve reflejado en el aumento de los costos de producción. (Lorenzo E, 2012)

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A INVESTIGAR

En los últimos años el control de la Mustia Hilachosa ha sido un gran problema en el sector porotero, debido a las variaciones climáticas, altos costos de los productos y el desconocimiento de los productores en la utilización de productos adecuados para dicho control, sobre todo en la utilización de productos biológicos y es aquí donde se plantea este ensayo para determinar los fungicidas más eficientes para controlar la enfermedad.

1.1. ANTECEDENTES

Antecedentes del frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*).

El origen americano del frijol común (*P. vulgaris L.*) se acepta desde finales del siglo XIX. Investigaciones arqueológicas demuestran hallazgos en diversos sitios del continente americano, desde Estados Unidos, México y Perú. (Voysesst, 2000)

Debido a la falta de evidencias arqueológicas no se puede estimar con exactitud la evolución del estado silvestre del frijol, a tomar importancia como cultivo para los ancestros que poblaron las regiones más importantes de la prehistoria Americana, como el suroeste de Estados Unidos, México y Perú. Las pruebas de carbono 14 que se han realizado a restos de este cultivo en las cuevas de Guitarrero, en el Callejón de Huaylas, Ancash en Perú, se les atribuye un rango de antigüedad que va de 7680 ± 280 a $10,000 \pm 300$ años A.P. Los frijoles encontrados en el Callejón de Huaylas, aproximadamente 30 especímenes,

corresponden a frijoles de grano rojo marrón oscuro y rojo oscuro; también había granos moteados, algunos de forma redonda, otros más planos y otros alargados y arriñonados. (Voyses, 2000)

1.1.1. Primeros registros de la Mustia Hilachosa en América.

Los datos recolectados por el CIAT, muestran que el hongo fue descrito por primera vez en 1917, como *Rhizoctonia microsclerotia* Matz; considerándosele el agente causal de la enfermedad del higo en Florida, Estados Unidos. (CIAT 1980)

Se registra por primera vez el ataque de la Mustia Hilachosa, agente causal de dicha enfermedad (*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk) en Puerto Rico, en 1921, desde entonces se han presentado en regiones como América Tropical, África y Asia. (CIAT 1982).

1.1.2. Control biológico

Según (Montenegro A, 2010) en su ensayo los mejores tratamientos para el manejo de la Mustia Hilachosa fueron: *Metarrizium anisopliae* a una concentración de 2×10^7 conidias/ml de agua; con una severidad de 11.5%; seguido del tratamiento con *Bacillus subtilis* a razón 1340 g i.a./l de agua + Clorotalonil 36 g i.a. /ha con 11.87% y *Bacillus subtilis* a 0.335 g i.a./l de agua + Clorotalonil 36 g i.a./ha con 15.0%.

1.1.3. Control químico

Las recomendaciones de la aplicación de fungicidas para el manejo de la enfermedad pueden ser de contacto y sistémico, tomando en cuenta el manejo integrado de la Mustia Hilachosa y el uso de variedades resistentes.

Mediante una evaluación determinaron que con dos aplicaciones foliares de Benomil + Clorotalonil en dosis de 125 y 250 g i.a./ha respectivamente, obtuvieron los rendimientos más altos (2,381 kg/ha) y la menor severidad de la Mustia Hilachosa con 20%. (IDIAP, 2012)

1.2. JUSTIFICACION

La Mustia Hilachosa (*T. cucumeris* (Frank) Donk) en el cultivo de poroto es la principal enfermedad en Panamá, que reduce los rendimientos en su totalidad, registrando un 50% promedio en sus pérdidas comerciales. (Montenegro A, 2010). Se recomienda combinar varias medidas de control para esta enfermedad, tomando en cuenta el uso de semillas certificadas con características de resistencia a dicha enfermedad, reducción del nivel del inóculo primario presente en el suelo, uso de métodos químicos o el uso de manejo integrado de la enfermedad (IICA, 2008).

El uso de plaguicidas agrícolas, ha sido de gran importancia para el manejo y control de plagas que afectan el cultivo de frijol poroto reduciendo

significativamente la producción, reflejándose directamente en los ingresos económicos de la actividad agro-económica de los productores.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar la eficiencia de los fungicidas biológicos versus los fungicidas sintéticos en el manejo de la Mustia Hilachosa en el cultivo de frijol poroto.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Cuantificar la severidad de *Thanatephorus cucumeris* (*Frank*) *Donk* en el cultivo de frijol poroto, cultivar R-2.
- ✓ Determinar el rendimiento de cada tratamiento.
- ✓ Evaluar la calidad de la semilla mediante una prueba de patología. Para determinar la presencia de fitopatógeno portados en la semilla.
- ✓ Comparar la eficiencia de los tratamientos fungicidas evaluados.

1.4. HIPOTESIS

H.a. Si existe diferencia significativa entre los tratamientos de fungicidas biológicos vs fungicidas sintéticos, en cuanto al control de la Mustia Hilachosa.

H.o. No existe diferencia significativa entre los tratamientos de fungicidas biológicos vs fungicidas sintéticos, en cuanto al control de la Mustia Hilachosa.

1.5. ALCANCES

Los resultados obtenidos durante este ensayo serán de utilidad para futuras recomendaciones a los productores dedicados a la siembra de este cultivo.

1.6. LIMITACIONES

Los constantes cambios climáticos pueden influir sobre los resultados de la investigación, causando variaciones significativas. Como lo son el ataque de plagas al cultivo, que influyen en el nivel de germinación, impidiendo la aplicación de los productos fungicidas.

Un manejo inadecuado de la plantación en cuanto a las prácticas agronómicas recomendadas, pueden causar variaciones en los resultados.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Características generales del cultivo

El frijol (*P. vulgaris* L.) es un cultivo típico del continente americano, siendo Centro y Suramérica los principales productores de este rubro. Considerado en muchos países una de las principales fuentes proteicas para una minoritaria parte de la población (Enciclopedia de la agricultura y ganadería).

De acuerdo a evaluaciones de tipo biológico, en comparación con la calidad de proteína animal (se le asigna el 100%), el frijol cocido mantiene una propiedad de la proteína del 70%. (Ulloa, J; Rosas, Petra; Ramírez, José; Ulloa, Blanca. 2011) Lo cual lo hace uno de los principales componentes de la alimentación básica de la mayoría de los países Latinoamericanos, que en muchos casos es la única fuente proteica para un porcentaje mínimo de la población. (CIAT, 1982)

Reino:.....Plantae.	A. Clasificación botánica del cultivo MIDA 2010
División:.....Magnoliophyta.	
Clase:.....Magnoliopsida.	
Orden:.....Fabales.	
Familia:.....Fabaceae:	
Género:.....Phaseolus.	
Especie:.....Vulgaris L.	

B. Descripción botánica

Sistema radicular: presenta un sistema radicular pivotante, característico de las Fabaceae, con una raíz principal y extendida y raíces secundarias.

Tallo: la morfología del tallo se puede clasificar según su hábito de crecimiento: determinado e indeterminado. El cual se define por la parte terminal del tallo o rama. Si en la fase productiva la rama termina en un racimo es de hábito determinado (Plantas de tipo I), si termina en un meristemo vegetativo es de hábito indeterminado (Plantas de tipo II) (Rodríguez E. 2012).

Flores y hojas: el frijol poroto es una planta autógama. Estas se organizan en racimos y se ubica en las axilas de las hojas, de color blanco o rosado. Con flores hermafroditas. Las hojas son trifoliadas, dispuestas al tallo de forma alterna, bordes acuminados.

Fruto: son vainas o legumbres de tamaño variable, de contextura fibrosa. Con semillas reniformes, oblongas. (Polanco V. y Rodríguez R. 1994)

Los granos son materiales higroscópicos que intercambian (absorben o evaporan) humedad con el ambiente. La cantidad de agua presente en el grano afecta sus propiedades, es importante conocer el porcentaje para el manejo adecuado de los granos. (Martines E, 2012).

Etapas	Ciclo de desarrollo		
Vegetativas	V0	Germinación	Absorción de agua por parte de la semilla, emergencia de radícula y su posterior transformación en raíz primaria.
	V1	Emergencia	Los cotiledones aparecen sobre el nivel de suelo y el epicótilo comienza su desarrollo.
	V2	Hojas primarias	Hojas unifoliadas totalmente abiertas.
	V3	1 ^{er} hoja trifoliada	Se despliega la 1 ^{er} hoja trifoliada y aparece la 2 ^{da} trifoliada.
	V4	3 ^{er} hoja trifoliada	Se despliega la 3 ^{er} hoja trifoliada y en las yemas de los nudos inferiores se producen ramas.
Reproductivas	R5	Prefloración	Aparece el 1 ^{er} botón floral.
	R6	Floración	Se abre la 1 ^{er} flor.
	R7	Formación de vainas	Aparece la 1 ^{er} vaina que mide más de 2,5cm.
	R8	Llenado de las vainas	Llenado de los granos, al final de la etapa los mismos adquieren el color propio de madurez.
	R9	Madurez Fisiológica	Las vainas pierden su pigmentación y comienzan a secarse.

C. Etapas de desarrollo

Fase vegetativa	
Expansión embrionaria	Cotiledones, hojas primarias, yema axilar (patrón en "V").
Formación de nudos vegetativos	Hojas trifoliadas, yemas axilares en el mismo patrón.

Fase reproductiva	
Formación de nudos reproductivos	Hoja trifoliada, yema axilar (Panícula)
Formación de inflorescencia	Floración, formación de vainas, llenado de grano.

D. Producción mundial y nacional

Según los datos presentados por (Enciclopedia Práctica de la Agricultura y Ganadería) de la producción mundial de esta leguminosa es de 27,5 millones de hectáreas con una producción de 19 millones de toneladas, con un rendimiento promedio de 680 kg/ha. México y Brasil se registran como los mayores productores en el continente Americano con una producción de 1,8 y 5,0 millones de toneladas. Mientras que en Panamá, para el cierre del ciclo productivo 2017-2018, según el reporte estadístico (MIDA 2018) la producción fue de 15,355.01 kg con una superficie cosechada de 1,632 hectáreas.

Las provincias con mayores aportes a la producción nacional de poroto en Panamá son: Chiriquí con 87.3%, Veraguas 5.8% y Herrera 4.8%. Sin embargo, en los últimos 5 años, la tasa de crecimiento ha disminuido en un 22.2 % y para culminar el ciclo pasado hubo una disminución de 2.4% (836 quintales). La reducción de los indicadores de producción, obedece a las limitaciones y problemas planteados. (MIDA, 2018).

E. Descripción de la variedad de Poroto R-2

Esta variedad fue liberada por el Instituto de Investigaciones agropecuarias de Panamá (IDIAP) en 1994. Con un rendimiento de 2.4 ton/ha (52.8 qq/ha); posee una resistencia intermedia a la Mustia Hilachosa, con un porcentaje de

afectación por el patógeno (*T. cucumeris* Frank (Donk)) de 22.7%. (Rodríguez E., Edwin Lorenzo, Francisco González 1997)

2.2. La Mustia Hilachosa y su agente causal (*T. cucumeris* Frank (Donk))

La Mustia Hilachosa es conocida por los productores como fuego o quemazón y es causada por el hongo (*T. cucumeris* (Frank) Donk), estado sexual; *Rhizoctonia solani* Kühn, estado asexual. Esta enfermedad se desarrolla principalmente en las regiones tropicales con temperaturas y humedad altas. El desarrollo del patógeno es favorecido por la presencia de plantas con alto contenido de nitrógeno y deficientes en calcio. (Rodríguez E, y Lorenzo E, 2012)

La teleomorfosis del hongo, *Thanatephorus cucumeris*, pertenece a la Subdivisión Basidiomicotina, Clase Himenomicetos y su correspondiente anamorfosis es *Rhizoctonia solani* Kühn, subdivisión Deuteromicotina, Clase Agonomycetes, (Arguedas M, 2004).

A los hongos pertenecientes a la Clase Agonomycetes se les conocía como “hongos estériles”, ya que se pensaba que eran incapaces de producir algún tipo de esporas, ya fueran sexuales o asexuales. No obstante, actualmente se sabe que *R. solani*, puede producir esporas sexuales y que su estado perfecto es *T. cucumeris*. Este fenómeno solo se produce bajo determinadas condiciones ambientales, como niveles de humedad y temperatura muy elevadas, (Arguedas M, 2004).

La enfermedad está distribuida en todas las zonas productoras de frijol de Centro América y el Caribe causando pérdidas en la producción y calidad del grano. (Bolaños J.A, 2014).

Es la enfermedad más importante del frijol; puede ocasionar pérdidas de hasta 90%. (Silvera. E, 2010). Este patógeno ataca el follaje, tallos ramas, granos y vainas de la planta de frijol en cualquiera de sus estados de desarrollo; sin embargo, no causa lesiones en las raíces. Los esclerocios (estructuras vegetativas del hongo) constituyen el inóculo primario que es diseminado a través del viento, la lluvia, la escorrentía y el movimiento dentro del cultivo de implementos agrícolas y del hombre. Estas estructuras pueden permanecer viables en el suelo por uno o más años y de igual forma puede sobrevivir como micelio vegetativo en residuos de cosecha. (Lorenzo E, 2012).

Los primeros síntomas visibles de la enfermedad aparecen en el follaje de la planta como pequeñas lesiones acuosas circulares de 1 a 3 mm de diámetro, de coloración más clara que la hoja. Se origina principalmente por el salpique de las gotas de lluvia que llevan que llevan partículas del hongo (micelio). (González y Pérez, 1995).

2.2.1. Métodos de manejo de la enfermedad

Las prácticas de manejo de la Mustia Hilachosa son:

- ✓ Usar semilla limpia y nueva (certificada)

- ✓ Usar coberturas muertas de (Maíz, caña o malezas)
- ✓ Sembrar en lomillos de altos.
- ✓ Evitar siembras tupidas.
- ✓ Utilizar variedades de porte erecto o de guía con raíz en relevo o asocio, rotar lotes o cultivos (tabaco, yuca, maíz, pasto)
- ✓ Tratar semilla con Benomil, Carboxin, Rizolex.
- ✓ En ataques moderados usar fungicidas sistémicos (Azoxistrobina, Benomil) o protectores (Carbendazim, Óxido de cobre). Aplicar fungicidas cuando aparecen los primeros síntomas. En ataques severos la aplicación es costosa. (Silvera E, 2010)
- ✓ Como también se considera el uso de fungicidas biológicos a base de *Bacillus subtilis* y *Metarrizium anisopliae*. (Montenegro A. 2010)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica y características edafoclimáticas de la región.

Este ensayo fue realizado en la comunidad de Alto Quiel en el corregimiento de Cañas Gordas, Distrito de Renacimiento, provincia de Chiriquí, durante la temporada lluviosa desde el mes de octubre de 2018 al mes de enero del 2019. Las parcelas estaban ubicadas en una región húmeda tropical con altitud aproximada de 1020 metros sobre el nivel del mar, una latitud de 8 grados y 44 minutos norte, y una longitud de 82 grados y 51 minutos oeste.



Figura 1. Imagen satelital de la ubicación de la comunidad de Alto Quiel.

Los suelos del área muestran una fertilidad relativamente homogénea de origen volcánicos, de textura franco arenosa, estructura granular, suelos negros

profundos, bien drenados con alto contenido de materia orgánica (Rodríguez y Polanco, 1994).

3.2. Preparación del terreno.

La preparación del terreno se realizó el primero de octubre mediante un sistema de siembra de cero labranza, donde quince días previo a la siembra se efectuó una limpieza manual para la eliminación de malezas. Posteriormente se aplicó el herbicida sistémico glifosato (Roundup) utilizando una bomba de mochila, 12 días antes de la siembra a una dosis de dos litros por hectárea.

3.2.1. Descripción del equipo de aspersión

Para las aplicaciones de los tratamientos se utilizó una bomba de mochila con capacidad de 20 litros, boquilla cónica, presión de 40 libras por pulgada cuadrada.

Previo a las aplicaciones se realizó la calibración del equipo, donde se tomaron los datos correspondiente a la velocidad de aplicación, volumen descargado.

3.3. Descripción del ensayo

3.3.1. Diseño experimental

Para este ensayo se utilizó un diseño experimental de bloques completamente aleatorizados, con cuatro bloques o repeticiones que constaban de nueve tratamientos y un testigo absoluto (sin fungicida).

Con una separación entre bloques de 1.75 metros y 2 metros entre tratamiento respectivamente. Cada área por tratamiento contaba con una dimensión de 5 m

de largo por 3 metros de ancho. El área total del ensayo fue de 1,492.5 metros cuadrados.

T - 1	T - 8	T - 6	T - 7
T - 6	T - 9	T - 3	T - 1
T - 10	T - 1	T - 8	T - 4
T - 3	T - 6	T - 9	T - 5
T - 7	T - 10	T - 1	T - 9
T - 5	T - 2	T - 7	T - 2
T - 4	T - 7	T - 5	T - 8
T - 8	T - 4	T - 10	T - 3
T - 2	T - 3	T - 2	T - 6
T - 9	T - 5	T - 4	T - 10

Figura 2. Distribución de los tratamientos en el campo.

3.3.2. Tratamientos evaluados:

CUADRO I. Descripción de los tratamientos evaluados, dosis recomendada.

Tratamientos	Detalle de la Dosis recomendada
T1 Estrobilurina + Triazol (Amistar 50 WG)	110 g/ha.
T2 Fermentación de la bacteria <i>Streptomyces hygrosopicus</i> (Mai 007 SL)	0.7 a 0.8 L/ha.
T3 Epoxiconazole + Clorotalonil (Duett 25 SC + Bravo 72 SC) (Alternado)	0.5 a 0.8 L/ha y 2.5L/ha.
T4 Extracto de la planta <i>Melaleuca alternifolia</i> (Timorex Gold)	0.8 L/ha.
T5 Boscalid + Piraclostrobina + Clorotalonil (Bellis 38 WG + Bravo 72 SC)(Alternado)	200 a 300 g/ y 2.5 L/ha.

T6 Epoxiconazole + Kresoxim Metil (Juwel 25 EC)	0.5 a1.0 L/ha.
T7 <i>Trichoderma viridae</i> , <i>T. koningii</i> , <i>T. harzianum</i> , <i>T. polysporum</i> + <i>Bacillus subtilis</i> , <i>B. laterosporus</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>B. megaterium</i> , <i>B. pumilus</i> Custom B5 Y GP)	1.0 L/ha.
T8 <i>B. licheniformis</i> , <i>B. subtilis</i> + <i>Trichoderma</i> + <i>T. polysporum</i> , <i>Paenibacillus Polymyxa</i> (Biotamax) (Pastilla)	5 a 10 tab/ha.
T9 Carbendazim + Clorotalonil (Carbendazina 50 SC + Bravo 72 SC)(Mezcla)	0.5 a 1.5 L/ha.
T10 Testigo absoluto	Sin aplicación fungicida

Se efectuaron cuatro aplicaciones por tratamiento con un intervalo entre cada una de quince días, para esto se tomo como referencia las condiciones ambientales del lugar donde estaba ubicada el área del ensayo (Cuadro I). Las etapas en donde se asperjaron los diferentes tratamientos fueron: **(1)** primera hoja trifoliada (etapa vegetativa): V3 15 días después de siembra (dds), **(2)** prefloración (etapa reproductiva): R5 30 días después de siembra (dds), **(3)** formación de vainas (etapa reproductiva): R7 45 días después de la siembra (dds) floración y **(4)** llenado de las vainas (etapa reproductiva): R8 60 días después de la siembra (dds).

3.4. Nombre comercial, ingrediente activo, familia química y modo de acción de los tratamientos fungicidas evaluados.

CUADRO II. Características de los fungicidas, ingrediente activo, familia química y modo de acción.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Familia química	Modo de acción
Bravo 72 SC	Clorotalonil [72,0 % p/v]	Benzonitrilo halogenado	Actividad de contacto multisitio.
Carbendazina 50 SC	Carbendazim [50,0 % p/p]	Benzimidazol	Inhibidores de la mitosis y división celular.
Amistar 50 WG	Azoxistrobina [50,0 % m/m]	Estrobilurina	Inhibidores de la respiración + inhibidores de la biosíntesis del esterol en la membrana.
Duett 25 SC	Epoxiconazole [12,5 p/v] + Carbendazim [12,5 % p/v]	Triazol + Benzimidazol	Inhibidores de la biosíntesis del esterol en la membrana + inhibidores de la mitosis y la división celular.
Juwel 25 EC	Epoxiconazole [12,5 % p/v] + Kresoxim-Methyl [12,5% p/v]	Triazol + Oximino-acetato	Inhibidores de la biosíntesis del esterol en la membrana + inhibidor del transporte de electrones en la mitocondria.

			(Respiración).
Mai 007 SL	Pirimidina, nucleótidos (5,6-dihydro-5-azatimidina). Streptomyces higoscopicus.	Microorganismo	Pertenece a un grupo llamado antimetabolitos. La presencia de antimetabolitos afecta el metabolismo del crecimiento celular y la división celular del patógeno.
Custom Bio GP	<i>Trichoderma viridae</i> , <i>T. koningii</i> , <i>T. harzianum</i> , <i>T. polysporum</i>	Microorganismos	Inhibidores de la síntesis de lípidos e integración de la membrana.
Custom B5	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>B. laterosporus</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>B. megaterium</i> , <i>B. pumilus</i>	Microorganismos. Bacterias vivas en forma de esporas.	Inhibidores de la síntesis de lípidos e integración de la membrana.
Biotamax	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>B. laterosporus</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>B. megaterium</i> , <i>B. pumilus</i> , <i>Trichoderma viridae</i> , <i>T. koningii</i> , <i>T. harzianum</i> , <i>T. polysporum</i> , <i>Paenibacillus polymyxa</i>	Microorganismos. Bacterias vivas en forma de esporas.	Micoparasitismo y Antibiosis

Timorex Gold	Extracto de la planta <i>Melaleuca alternifolia</i>	Botánico	Desintegración de la síntesis de lípidos y disrupción de la membrana celular.
Bellis 38 WG	Boscalid [25,2 % p/p] + PIRACLOTROBINA [12,8 % p/p]	Piridina – carboxamida + Metoxicarbamato (estrobilurina)	Inhibidores de la respiración.

3.5. Prácticas agronómicas.

La siembra del ensayo se llevó a cabo el 15 de octubre de 2018, utilizando semilla de la variedad de frijol poroto IDIAP R2. La misma se sembró de forma manual a razón de dos semillas por golpe, con una distancia entre hileras de 60 cm y 25 cm entre plantas.

La primera fertilización se realizó el 6 de noviembre de 2018 (22 días después de la siembra) con un fertilizante N-P-K (18-46-0) a razón de 2.5 qq por hectárea, posteriormente el primero de diciembre (25 días después de la primera fertilización), se aplicó Urea a razón de 3 qq por hectárea. Cuando el cultivo llegó a la etapa de floración se le suministró un fertilizante de producción (11-3-22).

El control de malezas se llevo a cabo de forma manual con una periodicidad de 22 días.

3.6. Cosecha

La cosecha manual se realizó el 14 y 15 de enero del 2019, cuando las plantas presentaban signos visibles de la madurez fisiológica propia de este cultivo, es decir las plantas estaban secas en un 90% aproximadamente. (Figura 3). El área efectiva estaba representada por las plantas ubicadas en la parte central de la parcela con el fin de reducir el efecto de borde. Posteriormente se efectuó la trilla y limpieza de los granos.

La producción de granos por tratamiento fue pesada en gramos, para después proceder a la medición del porcentaje de humedad de estos con un humidímetro en las instalaciones del IDIAP ubicadas en el corregimiento de Río Sereno.



Figura 3. Cosecha de las parcelas. Etapa en que el cultivo se encuentra en madures fisiológica y se procede al arranque y secado, para su posterior desgrane.

3.7. Parámetros a evaluar

Se efectuaron revisiones semanales para evaluar la severidad del agente causal de la Mustia Hilachosa (*T. cucumeris*), en las plantas. Para esta evaluación se utilizó la escala de severidad de 1 a 9 propuesta por el CIAT (1982). En donde se clasifica las reacciones en las plantas como resistentes de 1 a 3, intermedio de 4 a 6 y susceptible de 7 a 9. (Figura 4)

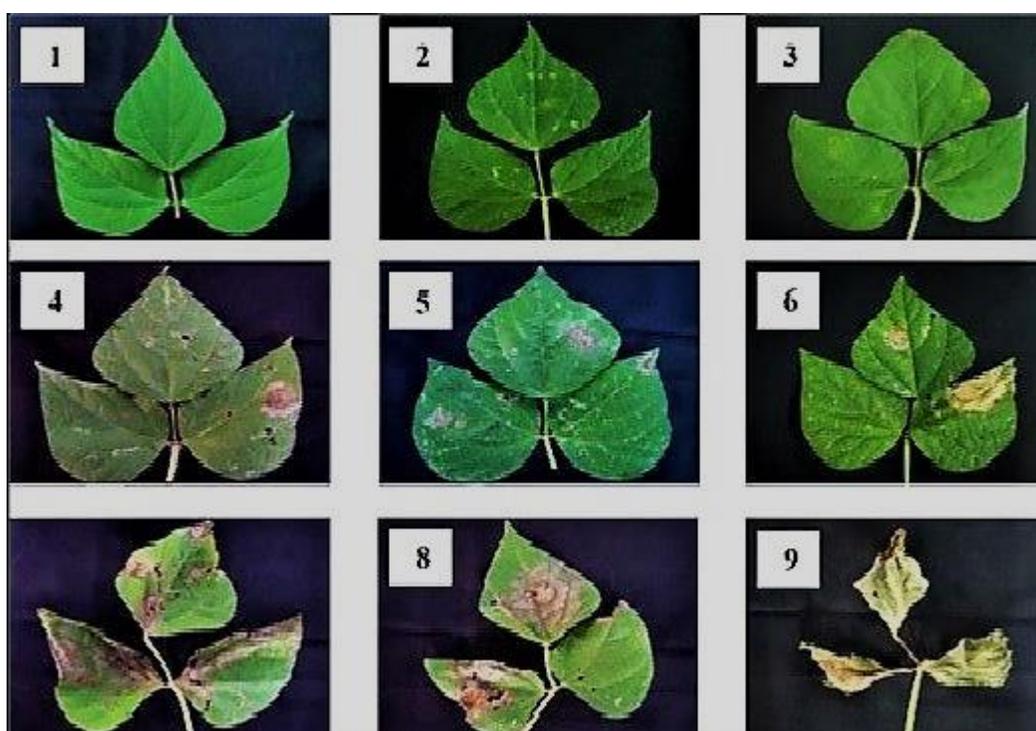


Figura 2. Escala para la evaluación de la severidad.

Posterior a la cosecha se evaluó el rendimiento por unidad experimental, para esto se colocó las semillas producidas por parcela en bolsas separadas, seguidamente fueron pesadas (kilogramos).

Los pruebas estadísticas de los datos obtenidos se basaron en el análisis de varianzas y comparación de medias entre cada tratamiento.

3.8. Pruebas de laboratorio

Las pruebas fueron realizadas en el laboratorio de Fitopatología en las instalaciones de Facultad de Ciencias Agropecuarias, ubicada en el Corregimiento de Chiriquí, Distrito de David.

Para esta prueba se utilizaron platos petri, donde se vertió aproximadamente 25 ml solución de Papa Dextrosa Agar (PDA), previamente esterilizada en la autoclave por 15 minutos a una temperatura de 120°C, 15 libras de presión por pulgada cuadrada. Para esta prueba se tomaron 20 semillas al azar de forma separada de cada uno de los tratamientos de las cuatro repeticiones, se lavaron por un minuto en agua destilada, se pasó nuevamente en una solución de hipoclorito de sodio al 1% para eliminar impurezas de la semilla. Se colocaron 5 granos por cada plato. Utilizando 4 platos Petri por tratamiento; se procedió a incubar por 6 días en una cámara de control ambiental, alternando periodos diarios de 12 horas luz y 12 horas de oscuridad, con la finalidad de inducir la esporulación del mayor número de hongos presentes en las semillas. (Figuras 5, 6).

Para la identificación de los hongos se procedió a tomar muestras de micelio presentes en los granos afectados, para ser observados en el microscopio, tomando en cuenta sus características morfológicas.



Figura 3. Prueba de patología de semillas.



Figura 4. Incubación de tratamientos dentro de la cámara de control ambiental.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las parcelas del tratamiento (T6) tratadas con Juwel 25 EC y el tratamiento (T3) con el fungicida Duett 25 SC, el cual se aplicaba de manera alternada con el fungicida Bravo 72 SC se presentó síntomas de fitotoxicidad, desde la primera y segunda aplicación respectivamente. Para ambos casos se aplicó boro para tratar de estimular la formación de nuevo tejido. Según las fichas técnicas de ambos productos, coinciden en uno de sus ingredientes activos, Epoxiconazole.

En base a la literatura se pueden tomar en cuenta que no solo el ingrediente activo de los productos causó la fitotoxicidad; pudieron interferir otros factores adversos, como la reacción bioquímica de la planta a las aplicaciones, dosis y frecuencia.

4.1. Evaluación foliar de severidad.

Las evaluaciones foliares se realizaron cada semana a partir de los 28 días de siembra (dds). La enfermedad que se evaluó fue la Mustia hilachosa (*T. cucumeris* Frank Donk), principal enfermedad del frijol poroto en Panamá.

4.1.1. Evaluación de la severidad de la Mustia hilachosa (*t. cucumeris* Frank (Donk)).

Evaluación del porcentaje de área foliar afectada por la enfermedad, según la escala de evaluación del CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) de severidad de la Mustia hilachosa en frijol poroto (*P. vulgaris* L.).

CUADRO III. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 28 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS) MEDIANTE LA ESCALA DE EVALUACIÓN DE LA MUSTIA HILACHOSA.

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	1.17480000	0.11748000	2.84*	0.0212
Error	21	0.87018750	0.04143750		
Total	31	2.04498750			
R²	C.V.				
0.574478	16.83200				

*= Muestra diferencias significativas.

El análisis de varianza para los datos de la primera evaluación nos muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos al 5% de probabilidad.

(Cuadro III)

CUADRO IV. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 28 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS).

TRAT	Media	Agrupamiento
T8	1.57	A
T10	1.40	A B
T7	1.20	A B
T9	1.20	A B
T2	1.20	A B
T4	1.10	A B
T1	1.00	B
T5	1.00	B

La prueba de comparación de Tukey, demuestra la diferencia entre los tratamientos; siendo los siguientes con el menor índice de afección: T5 Bellis 50 WG + Bravo 72 SC (alternado), T1 Amistar 38 WG pero estos tratamientos si difieren con los tratamientos: T8 Biotamax (Pastilla). (Cuadro IV)

CUADRO V. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 35 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS) MEDIANTE LA ESCALA DE EVALUACIÓN DE LA MUSTIA HILACHOSA.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	0.99595000	0.09959500	3.27**	0.0107
Error	21	0.64040000	0.03049524		
Total	31	1.63635000			
R² 0.6086	C.V.10.77125				

**= Muestra diferencias altamente significativas.

El análisis de varianza para la segunda evaluación nos muestra que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos (0.0107). Con un coeficiente de variación de 10.77% indica un buen control del error. (Cuadro V)

CUADRO VI. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 35 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS).

TRAT	Media	Agrupamiento
T8	1.93	A
T10	1.87	A B
T2	1.65	A B
T4	1.60	A B
T1	1.50	B
T5	1.50	B
T7	1.50	B
T9	1.50	B

La prueba de Tukey, nos indica que los tratamientos con menor porcentaje de afectación: T9 Carbendazina 50 SC + Bravo 72 SC (mezcla), T7 Custom B5 y GP, T5 Bellis 38 WG + Bravo 72 SC (alternado) y T1 Amistar 50 WG los mismos no presentan diferencias entre sí al 5% de probabilidad. Sin embargo los tratamientos que presentan el mayor porcentaje de afectación son: T8 Biotamax (pastilla) y T10 testigo absoluto. Todos los tratamientos difieren entre sí. (Cuadro VI).

CUADRO VII. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 42 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS) MEDIANTE LA ESCALA DE EVALUACIÓN DE LA MUSTIA HILACHOSA.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	1.05063125	0.10506313	5.62**	0.0004
Error	21	0.39226562	0.01867932		
Total	31	1.44289688			

R²	C.V.
0.7281	7.388940

**= Muestra diferencias altamente significativas.

Para la evaluación de severidad de la Mustia hilachosa el análisis de varianza, nos indica que existen diferencias altamente significativas. Con un coeficiente de variación de 7.38% (Cuadro VII).

CUADRO VIII. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA EVALUCIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 42 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS).

TRAT	Media	Agrupamiento
T10	2.18	A
T8	2.06	A B
T2	1.86	A B C
T7	1.80	B C
T4	1.80	B C
T5	1.80	B C
T1	1.65	B
T9	1.65	B

La prueba de comparación de Tukey, muestra los tratamientos con menor índice de afectación en el área foliar para la evaluación número 3: T1 Amistar 50 WG y T9 Carbendazina 50 WG + Bravo 72 SC (mezcla) indicando un buen control de la Mustia hilachosa. Por lo contrario, los tratamientos T8 Biotamax (pastilla) y T2 Mai 007 SL mostraron un bajo control de la Mustia hilachosa, con altos porcentajes de afectación foliar. En cuanto al T10 testigo absoluto muestra mayores signos visibles de la enfermedad y perdida del área foliar. (Cuadro VIII)

CUADRO IX. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 49 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS) MEDIANTE LA ESCALA DE EVALUACIÓN DE LA MUSTIA HILACHOSA.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	0.38925000	0.03892500	2.69**	0.0268
Error	21	0.30363750	0.01445893		
Total correcto	31	0.69288750			
R²					
0.5617	C.V.				
	5.6769				

**= Muestra diferencias altamente significativas.

Se muestra que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, mediante el análisis de varianza (0.0268). Con un coeficiente de variación de 5.67%.(Cuadro IX)

CUADRO X. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 49 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS).

TRAT	Media	Agrupamiento
T10	2.30	A
T2	2.18	A B
T8	2.18	A B
T1	2.12	A B
T7	2.12	A B
T5	2.06	A B
T4	2.00	B
T9	2.00	B

Las diferencias entre los tratamientos son significativas, se muestran mediante la prueba de comparación de medias de Tukey, siendo los tratamientos: T4 Timorex Gold y T9 Carbendazina 50 WG + Bravo 72 SC (mezcla) mostrando los valores más bajos de área foliar afectada (Cuadro X).

En comparación con el T10 Testigo absoluto muestra un alto índice de área foliar afectada en cuanto a la escala de evaluación.

CUADRO XI. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 56 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS) MEDIANTE LA ESCALA DE EVALUACIÓN DE LA MUSTIA HILACHOSA.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	0.87418125	0.08741812	7.03**	<.0001
Error	21	0.26099063	0.01242813		
Total correcto	31	1.13517188			

R²	C.V
0.7700	4.876839

**= Muestra diferencias altamente significativas.

En el análisis de varianza para la toma de datos a los 56 días después de siembra (dds); muestra diferencias altamente significativas entre los tratamientos (<.0001). Con un coeficiente de variación de: 4.87% indicando poca variación y datos confiables (Cuadro XI).

CUADRO XII. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA EVALUCIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 56 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS).

TRAT	Media	Agrupamiento
T10	2.60	A
T7	2.40	A B
T2	2.35	A B C
T8	2.35	A B C
T9	2.24	B C D
T4	2.18	B C D
T5	2.12	C D
T1	2.06	D

Las medias de los tratamientos que muestran mayor variación con respecto al T10 testigo absoluto son: T1 Amistar 50 WG que muestra mejor efecto de control del agente causal (*T. cucumeris Frank Donk*) de dicha enfermedad. Seguido de los tratamientos: T5 Bellis 38 WG + Bravo 72 SC (alternado) que no muestra diferencias significativas con respecto al T4 Timorex Gold, con medias bastante similares, que demuestran su modo de acción con poca variación (Cuadro XII).

El T10 Testigo absoluto, por lo contrario presenta la media más alta, reflejando el mayor grado de afectación del área foliar por la Mustia Hilachosa (*T. cucumeris Frank Donk*). Difiriendo de los demás tratamientos al 5% de probabilidad.

CUADRO XIII. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 63 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS) MEDIANTE LA ESCALA DE EVALUACIÓN DE LA MUSTIA HILACHOSA.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	0.89277500	0.08927750	7.34**	<.0001
Error	21	0.25537500	0.01216071		
Total correcto	31	1.14815000			

R²	C.V.
0.7775	4.475926

**= Muestra diferencias altamente significativas.

Se muestran diferencias altamente significativas entre los tratamientos (<.0001), el análisis de varianza. Con un coeficiente de variación de 4.47% que indica poca variación, con resultados confiables (Cuadro XIII).

CUADRO XIV. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 63 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS).

TRAT	Media	Agrupamiento
T10	2.78	A
T7	2.55	B A
T2	2.55	B A
T8	2.55	B A
T4	2.35	B
T1	2.35	B
T9	2.30	B
T5	2.30	B

Mediante la comparación de medias de Tukey, se demuestra para los datos de la etapa reproductiva a los 63 días después de la siembra (dds) que los tratamientos: T5 Bellis 50 WG + Bravo 72 SC (alternado), T9 Carbendazina 38 WG + Bravo 72 SC (Mezcla), T1 Amistar 50 WG y T4 Timorex Gold no tienen diferencias significativas entre sí, en cuanto al control de la Mustia Hilachosa. No obstante, el T10 Testigo absoluto, muestra diferencias altamente significativas con el resultado de los tratamientos, siendo este con los valores más altos de afectación del área foliar, según la escala de evaluación de la enfermedad (Cuadro XIV).

CUADRO XV. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 70 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS) MEDIANTE LA ESCALA DE EVALUACIÓN DE LA MUSTIA HILACHOSA.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	1.23527500	0.12352750	14.39**	<.0001
Error	21	0.18027500	0.00858452		
Total correcto	31	1.41555000			

R² 0.8726	C.V. 3.753021
--------------------------------	-------------------------

**= Muestra diferencias altamente significativas.

Con un análisis de varianza (<.0001), para la última evaluación de severidad de la Mustia Hilachosa (*T. cucumeris Frank Donk*), muestra que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 3.75%.(Cuadro XV)

CUADRO XVI. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE SEVERIDAD A LOS 70 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA (DDS).

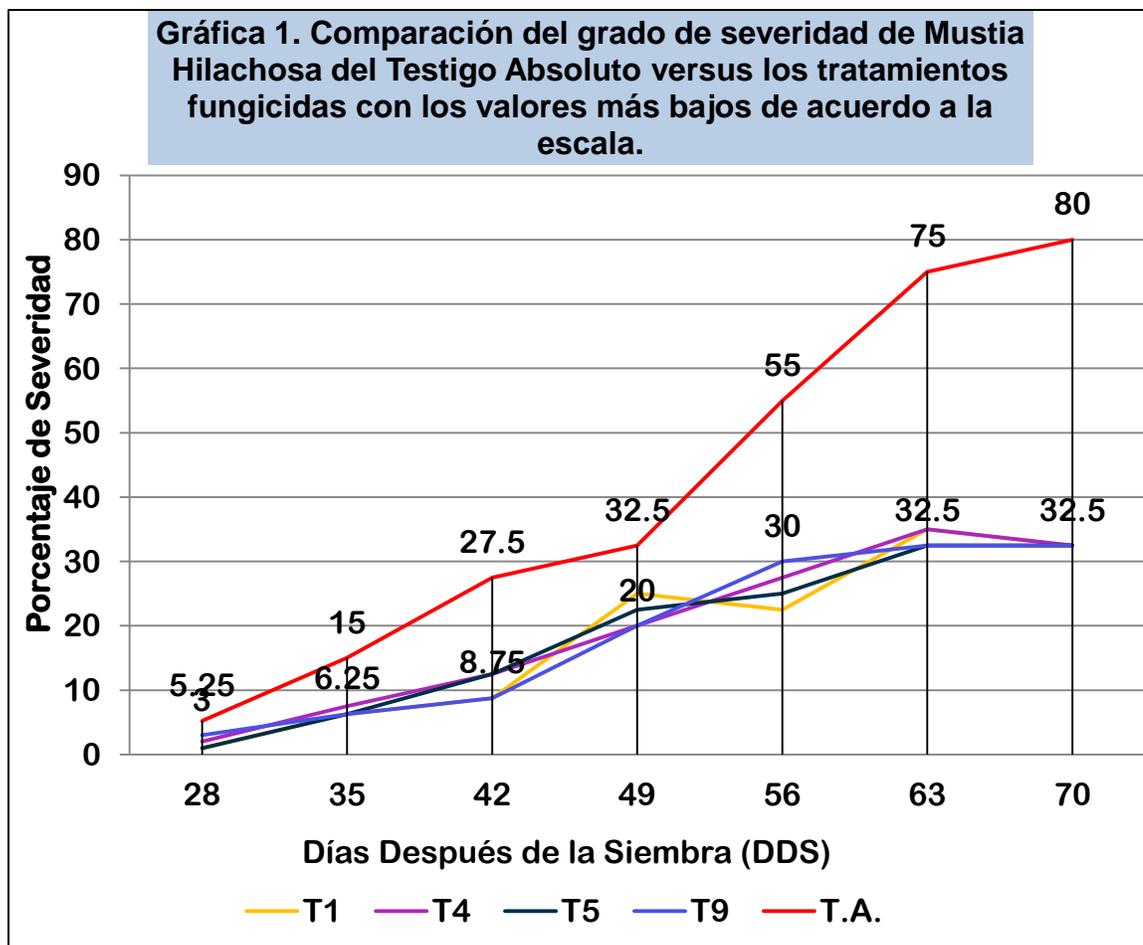
TRAT	Media	Agrupamiento
T10	2.83000	A
T2	2.60000	B
T8	2.60000	B
T7	2.55000	B
T4	2.29250	C
T1	2.29250	C
T9	2.29250	C
T5	2.29250	C

La prueba de comparación de medias de Tukey, para la última evaluación de severidad según la escala del CIAT, muestra las diferencias significativas de los tratamientos versus el testigo absoluto, demostrando que los tratamientos: T5 Bellis 50 WG + Bravo 72 SC (alternado), T9 Carbendazina 38 WG + Bravo 72 SC (Mezcla), T1 Amistar 50 WG y T4 Timorex Gold presentan los índices más bajos de afectación del área foliar, indicando un buen control del agente causal (*T. cucumeris Frank Donk*). (Cuadro XVI) Los cuales no difieren entre sí al 5% de probabilidad. Resultados que se pueden ver reflejados en las comparaciones de medias de rendimiento (Cuadro V).

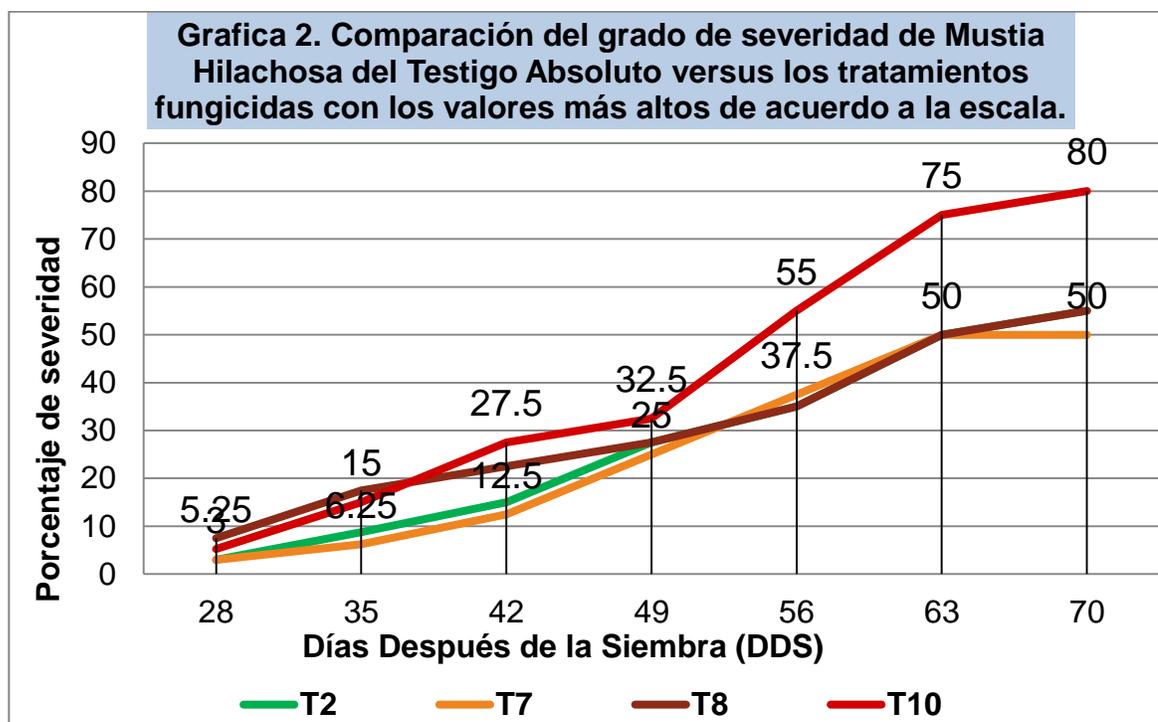
4.2. Curva del progreso de la enfermedad

Se observa la comparación del testigo absoluto, con los tratamientos fungicidas que obtuvieron los valores más bajos de severidad de la Mustia Hilachosa.

(Grafica 1)



Grafica 2. Comparación del grado de severidad de mustia hilachosa del testigo absoluto versus los tratamientos fungicidas con los valores más altos de acuerdo a la escala.



4.3. Datos de peso y humedad

Para determinar el porcentaje de humedad se utilizó un humidímetro, (Figura 5) de las instalaciones del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP), en el corregimiento de Río Sereno. Posteriormente se procedió a pesar, evaluando el rendimiento de cada tratamiento. Con los datos obtenidos se procedió a secar de forma natural,

al sol las muestras que registraron mayor porcentaje de humedad. Como medida de conservación del grano.

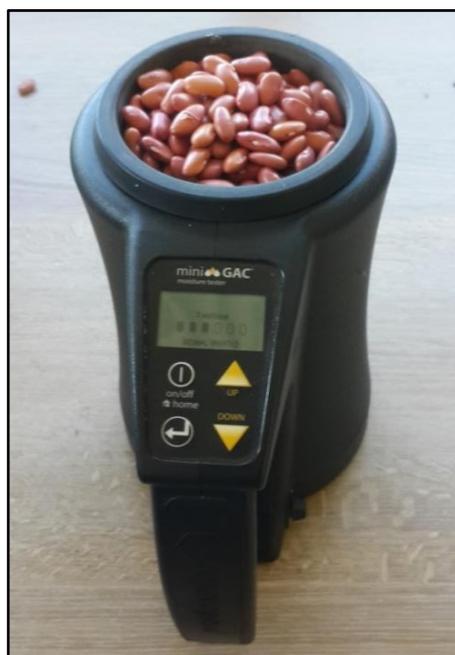


Figura 5. Toma de porcentaje de humedad con el humidímetro.

CUADRO XVII. REGISTRO DE PESO (KG) DE CADA TRATAMIENTO AL 12% DE HUMEDAD DEL GRANO.

TRATAMIENTOS	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4	Media
T1 Amistar 50 WG	1.42	1.41	1.60	0.68	1.28
T2 Mai 007 SL	0.51	0.38	0.35	0.31	0.40
T3 Duett 25 SC + Bravo 72SC (alternado)	0.16	0.18	0.18	0.19	0.18
T4 Timorex Gold	0.56	0.63	0.73	0.83	0.69
T5 Bellis 38 WG + Bravo 72 SC (alternado)	0.76	0.81	0.83	0.77	0.79
T7 Custom B5 Y GP	0.40	0.54	0.40	0.40	0.43
T8 Biotamax (tableta)	0.53	0.45	0.43	0.32	0.43
T9 Carbendazina 50 SC + Bravo 72 SC (mezcla)	0.53	0.45	0.43	0.32	0.43
T10 Testigo	0.32	0.21	0.22	0.31	0.26

CUADRO XVIII. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL REGISTRO DE PESO (g) DE GRANOS AL 12% DE HUMEDAD.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	11	4234080.538	384916.413	17.18**	<.0001
Error	24	537810.611	22408.775		
Total	35	4771891.150			

R²	C.V.
0.8872	28.29860

**= Muestra diferencias altamente significativas.

En el análisis de varianza de los datos de pesos registrados se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos (<.0001). (Cuadro XVII) Un coeficiente de variación de 28.29% con un coeficiente de determinación de 0.8872 el cual nos indica que 88% de los datos se ajusta a la línea de regresión.

CUADRO XIX. COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE CADA TRATAMIENTO. SEGÚN LAS COMPARACIONES DE MEDIAS DE TUKEY.

Tratamiento	Media	Agrupamiento
T1	1280.7	A
T5	799.4	B
T 4	690.3	B C
T7	438.1	C D
T8	436.8	C D
T9	436.8	C D
T2	391.9	C D
T10	268.6	D E
T3	18.3	E

En la prueba de comparación de medias de Tukey (Cuadro XIX), muestra las diferencias significativas con respecto al 5% de probabilidad. Muestra que el tratamiento con mayor rendimiento fue el T1 Amistar 50 WG, seguido de los tratamientos T4 Timorex Gold y T5 Bellis 38 WG + Bravo 72 SC (Alternado) donde no muestran diferencias significativas.

4.4. Prueba de patología de semilla

Mediante esta prueba se pudo determinar la presencia de patógenos fúngicos en la semilla, donde se encontró *Rhizoctonia solani* Kühn. Este hongo es de importancia por ser el agente causal de la enfermedad conocida como Mustia Hilachosa. (Figuras 8 y 9).



Figura 5. Prueba de patología de semilla. Grano con signos visibles del patógeno (micelio).



Figura 6. Muestra de micelio observada en el microscopio. Características propias de *Rhizoctonia solani* Kühn.

CUADRO XX. EVALUACIÓN DE HONGOS ASOCIADOS A LA SEMILLA MEDIANTE PRUEBA DE PATOLOGÍA D. EXPRESADO EN PORCENTAJE.

Porcentaje de semillas libres de la incidencia de Rhizoctonia solani Kühn.					
Tratamientos	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio
T1	100%	80%	100%	100%	95%
T2	100%	100%	100%	100%	100%
T3	100%	100%	100%	100%	100%
T4	100%	100%	100%	60%	90%
T5	100%	100%	80%	80%	90%
T7	100%	100%	100%	100%	100%
T8	100%	80%	80%	40%	75%
T9	100%	100%	100%	100%	100%
T10 Testigo	60%	60%	80%	80%	70%

Las muestras de los tratamientos que resultaron contaminadas, se tomaba los datos en porcentaje, siendo el 100% sin presencia del patógeno.

CUADRO XXI. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUCIÓN DE DATOS REGISTRADOS EN LA PRUEBA DE PATOLOGÍA DE SEMILLA.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	0.47705625	0.04770562	2.62 *	0.0303
Error	21	0.38269063	0.01822336		
Total	31	0.85974687			
R² 0.5548	C. V. 9.196947				

*= diferencias significativas

Se observan diferencias significativas para la prueba de patología de semilla entre los tratamientos (0.0303). El coeficiente de variación de 9.19% indica un buen control del error. (Cuadro XXI)

5. CONCLUSIONES

1. Los tratamientos fungicidas con el ingrediente activo Epoxiconazole presentaron fitotoxicidad desde su primera aplicación en la variedad de frijol poroto IDIAP R-2.
2. En cuanto a la evaluación de severidad de Mustia Hilachosa, los tratamientos **T5** Bellis 50 WG + Bravo 72 SC (alternado), **T9** Carbendazina 38 WG + Bravo 72 SC (mezcla), **T1** Amistar 50 WG y **T4** Timorex Gold, registraron los valores más bajos de acuerdo a la escala.
3. Respecto al factor de rendimiento el tratamiento **T1** Amistar 50 WG, obtuvo el mayor valor en peso por unidad experimental, seguido por los tratamientos: **T5** Bellis 50 WG + Bravo 72 SC (alternado) y **T4** Timorex Gold.
4. En la prueba de patología de semilla se observaron los signos fungosos, de *Rhizoctonia solani* Kühn, los tratamientos que mostraron mayor porcentaje de granos libres del patógeno fueron: **T2** Mai 007 SL, **T4** Timorex Gold, **T9** Carbendazina 38 WG + Bravo 72 SC (mezcla) y **T1** Amistar 50 WG.

6. RECOMENDACIONES

1. Evitar el uso del fungicida a base del ingrediente activo Epoxiconazole, en la variedad de frijol poroto IDIAP R-2.
2. Ver como alternativa de aporte a una agricultura más sostenible el uso de productos biológicos incluidos en esta prueba.
3. Tomar como referencia el desempeño del tratamiento con el producto sintético Amistar 50 WG (i.a. Estrobilurina + Triazol) para futuras recomendaciones para la prevención y control de la enfermedad Mustia Hilachosa en el cultivo de frijol poroto.
4. Repetir este ensayo tomando en cuenta los mejores tratamientos, en otras áreas con diferentes condiciones ambientales, para corroborar la efectividad de los fungicidas.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arguedas M. 2004. Mal de hilachas (*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk) en *Terminalia blongia* (Ruiz & Pav.) Steud. En Costa rica. (En línea) Kurú: Revista forestal (Costa rica) 1(3), 2004. Consultado el 31 de agosto de 2018. Disponible en: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-MalDeHilachasThanatephorusCucumerisFrankDonkEnTerm-5123286.pdf>

Bolaños J.A. 2014. Síntesis de Resultados Experimentales del PRM 1993-1995. (En línea). Consultado el 31 de agosto de 2018. Disponible en: <https://books.google.com/books?isbn=9686923802>

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1980. Problemas de Producción del Frijol. Cali, Colombia. 103 p.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1982. Enfermedades del frijol causadas por hongos y su control. Segunda edición. Cali, Colombia. 62 p.

Debouck, D.G. 2018. Etapas de desarrollo de la planta de frijol. (en línea) Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Consultado 20 septiembre 2020. Disponible en:

<https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/99105/Taller%20Etapas%20De%20Desarrollo%20Frijol%202018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

González o. y Pérez R. 1995. Evaluación de fungicidas promisorios en el cultivo de frijol poroto (*Phaseolus vulgaris L.*) en la variedad de frijol poroto Barriles en Caisán, Panamá. Tesis Lic. UP, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 84 pág.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP). 2012. Tecnologías para el manejo integrado del cultivo de frijol poroto (*Phaseolus vulgaris L.*). Panamá, Panamá 32 p.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2008. Guía de identificación y manejo integrado de las enfermedades del frijol en América Central. (En línea). Managua, Nicaragua. Consultado 9 agosto 2018. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/B0891E/B0891E.pdf>

Lorenzo E. 2012. Manejo integrado de la Mustia hilachosa en cultivos de frijol poroto (*Phaseolus vulgaris L.*). República de Panamá; Instituto de investigaciones Agropecuarias de Panamá. Depto. De edición y publicaciones. 16 p.

Martines E. 2012. Importancia de la metrología en la determinación del contenido de humedad en granos (en línea). Centro Nacional de Metrología IV encuentro nacional. Consultado 13 agosto 2020. Disponible en <http://www.cenam.mx/eventos/enme/docs/5%20Importancia%20metrolog%C3%ADa%20humedad%20en%20granos%20final.pdf>

Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá (MIDA). 2018. Dirección de Agricultura, Unidad de Planificación Información General, año 2017 – 2018.

Montenegro A. 2010. Manejo de la Mustia Hilachosa (*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk) en la variedad de poroto rosado en Caisán, Panamá. Tesis Lic. UP, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 130 pág.

Morales E. 2005. Diseño experimental a través del Análisis de Varianza y Modelo de Regresión Lineal. Ed 1997. Chile. 248 pág.

Moreno Flores Á. y Peñaranda María, I. 2019. FITOTOXICIDAD: Más que un culpable, una mirada a los múltiples factores en interacción (en línea). Metroflor no. 89. Consultado 17 agosto 2020. Disponible en

<https://www.metroflorcolombia.com/fitotoxicidad-mas-que-un-culpable-una-mirada-a-los-multiples-factores-en-interaccion/#:~:text=La%20fitotoxicidad%20es%20la%20expresi%C3%B3n,hasta%20clorosis%20parcial%20o%20general.>

Polanco V. y Rodríguez R. 1994. Efecto de la aplicación de fungicidas en la calidad de la semilla de frijol poroto (*Phaseolus vulgaris L.*) en la siembra de época lluviosa en Caisán, Panamá. Tesis Lic. UP, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 76 pág.

Rodríguez E. 2012. Manual técnico de producción de semilla de frijol poroto (*Phaseolus vulgaris L.*) con tecnología amigable con el ambiente. República de Panamá; Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá; Depto. De edición y publicaciones. 36 p.

Rodríguez E; Lorenzo Edwin; González Francisco. 1997. Manejo integral del cultivo de frijol poroto.(en línea). Módulo Agrícola II. Consultado 03 sept. 2020. Disponible en <http://bdigital.binal.ac.pa/bdp/idiap/moduloll.pdf>

Silvera E. 2010. Buenas Prácticas Agrícolas – el poroto. (En línea). Consultado el 2 de septiembre de 2018. Disponible en: <https://es.slideshare.net/mariespinosa/buenas-prcticas-agrcolas-el-poroto>

Ulloa, J; Rosas, Petra; Ramírez, José; Ulloa, Blanca. 2011. El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. Revista Fuente Año 3 No. 8. México, Nayarit. 70 p.

Valdés, Y. 2018. Producción de poroto baja un 50 por ciento en 5 años (en línea). Panamá América, Panamá, Panamá; 22 de ene. Consultado 18 jun. 2019. Disponible en <http://www.google.com/amp/s/www.panamaamerica.com.pa/economia/produccion-de-poroto-baja-un-50-por-ciento-en-5-anos-1095096%3famp>

Voysest, O. 2000. Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): legado de variedades de América Latina 1930-1999. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Cali, Colombia. 175 p.