



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**“SENSIBILIDAD *IN VITRO* DE *Fusarium* spp. ASOCIADO A
MUERTE DE PLANTULAS DE *Pinus radiata* y *Pinus patula* A
FUNGICIDAS DE DIFERENTE MODO DE ACCIÓN”**

Trabajo de integración curricular

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR:

STEEVEN MARCELL BENALCÁZAR VILLALBA

Riobamba - Ecuador

2021



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

“SENSIBILIDAD *IN VITRO* DE *Fusarium* spp. ASOCIADO A MUERTE DE PLANTULAS DE *Pinus radiata* y *Pinus patula* A FUNGICIDAS DE DIFERENTE MODO DE ACCIÓN”

Trabajo de integración curricular

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR: STEEVEN MARCELL BENALCÁZAR VILLALBA

DIRECTOR: DR. PABLO ISRAEL ÁLVAREZ ROMERO Ph.D.

Riobamba - Ecuador

2021

©2021, Steeven Marcell Benalcázar Villalba

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor

Yo, STEEVEN MARCELL BENALCÁZAR VILLALBA, declaro que el presente trabajo de integración curricular es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
Riobamba, 8 de noviembre del 2021.



Steeven Marcell Benalcázar Villalba

100420713-8

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL

El tribunal de trabajo de integración curricular certifica, que el trabajo de investigación titulado: **SENSIBILIDAD *IN VITRO* DE *Fusarium spp.* ASOCIADO A MUERTE DE PLANTULAS DE *Pinus radiata* y *Pinus patula* A FUNGICIDAS DE DIFERENTE MODO DE ACCIÓN**, de responsabilidad de Steeven Marcell Benalcázar Villalba, ha sido prolijamente revisado quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

FIRMA

FECHA

Ing. Juan Hugo Rodríguez Guerra M. Sc
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

JUAN HUGO
RODRIGUEZ
GUERRA

Firmado digitalmente por
JUAN HUGO
RODRIGUEZ GUERRA
Fecha: 2021.12.07
12:03:03 -0500

8 de noviembre del 2021.

Ing. Pablo Israel Álvarez Romero Ph.D
**DIRECTOR DEL TRABAJO
DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

PABLO
ISRAEL
ALVAREZ
ROMERO

Firmado digitalmente por
PABLO ISRAEL
ALVAREZ
ROMERO

8 de noviembre del 2021.

Ing. Carlos Francisco Carpio Coba M.Sc
MIEMBRO DE TRIBUNAL

 Firmado electrónicamente por:
CARLOS
FRANCISCO
CARPIO COBA

8 de noviembre del 2021

DEDICATORIA

Para mi compañera de vida, Pamela Nicole Benalcázar Villalba quien me ha acompañado en los buenos y malos momentos y me ha soportado como nunca nadie lo haría en esta vida, desde mi infancia hasta la presente fecha, dedicado también a mis padres Eduardo y Mariana quienes no han dejado de confiar en mí y con tanto sacrificio me han logrado sacar adelante y superarme como persona y ahora como todo un profesional.

A toda mi familia, tíos, primos y abuelitos quienes han estado presentes en todo mi proceso de aprendizaje y siempre me han brindado palabras de aliento cuando más lo necesitaba, Tía Blanquita y Abuelita Marina. Quienes siempre estaban pendientes a pesar de la distancia.

Steeven Marcell Benalcázar Villalba

AGRADECIMIENTO

Al finalizar con una etapa de mi vida que por cierto fue muy bonita quiero agradecer a la sultana de los andes, quien me albergo durante este largo trayecto de mi formación y supo enseñarme el verdadero significado de la vida, que sería de la formación académica sin los buenos compañeros y sobre todo amigos que fueron cómplices de muchas anécdotas y momentos inolvidables que perdurarán por siempre en la memoria, Amigo William Jiménez como olvidar de las veces en las que necesitaba alguien en quien contar y siempre me diste tu mano sea cual sea la situación .

A la querida Poli, la cual me dio tantos buenos momentos y experiencias únicas, al mismo tiempo que me permitió convertirme en un profesional, pero sobre todo una mejor persona.

Agradezco de manera especial a mi tutor de tesis Dr. Pablo Israel Álvarez Romero y mi asesor Ing. Carlos Francisco Carpio Coba quienes, con sus conocimientos, además de mucha paciencia y motivación me ayudaron a cumplir con este objetivo.

Agradezco también a quien lee este trabajo, por permitir que mi investigación y experiencia en este trabajo forme parte de su conocimiento.

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
RESUMEN.....	Error! Bookmark not defined.
SUMMARY	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	4
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	4
1.1. Los viveros	4
<i>1.1.1. Importancia de los viveros forestales</i>	<i>4</i>
<i>1.1.2. Control de plagas y enfermedades.....</i>	<i>5</i>
<i>1.1.3. Hongos.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2. Aporte del sector forestal a la economía del país.....</i>	<i>6</i>
<i>1.3. Importancia del Pino en la economía ecuatoriana.....</i>	<i>7</i>
<i>1.4. Pinus patula.....</i>	<i>7</i>
<i>1.4.1. Descripción botánica.....</i>	<i>7</i>
<i>1.4.2. Ecología y distribución de la especie.....</i>	<i>8</i>
<i>1.4.3. Características edafoclimáticas</i>	<i>8</i>
<i>1.5. Pinus radiata.....</i>	<i>8</i>
<i>1.5.1. Descripción botánica.....</i>	<i>8</i>
<i>1.5.2. Ecología y distribución de la especie.....</i>	<i>9</i>
<i>1.5.2. Características edafoclimáticas</i>	<i>9</i>
<i>1.6. Enfermedades en pinos</i>	<i>9</i>
<i>1.6.1. Chancro resinoso</i>	<i>9</i>
<i>1.6.2. Enfermedad de la banda roja</i>	<i>10</i>
<i>1.6.3. Falsa banda roja de los pinos.....</i>	<i>10</i>
<i>1.6.4. Muerte de raíces en Pinus radiata.....</i>	<i>10</i>

1.6.5.	<i>Lophodermium camberrianum</i>	11
1.7.	<i>Fusarium spp.</i>	11
1.7.1.	<i>Taxonomía del género Fusarium spp.</i>	12
1.7.2.	<i>Interacción Fusarium spp. - planta</i>	12
1.8.	FUNGICIDAS	13
1.8.1.	<i>Fludioxonil</i>	13
1.8.1.1.	<i>Identificación</i>	13
1.8.1.2.	<i>Sustancia activa:</i>	13
1.8.2.	<i>Hymexazol</i>	14
1.8.2.1.	<i>Identificación:</i>	14
1.8.2.2.	<i>Sustancia activa</i>	14
1.8.3.	<i>Tiabendazol</i>	14
1.8.3.1.	<i>Identificación</i>	14
1.8.3.2.	<i>Sustancia activa:</i>	14
1.8.4.	<i>Azoxystrobin</i>	14
1.8.4.1.	<i>Identificación:</i>	14
1.8.4.2.	<i>Sustancia activa:</i>	15
1.9.	<i>Clasificación de los fungicidas de acuerdo con el modo de acción según el Comité de Acción a la Resistencia a los Fungicidas (FRAC)</i>	16
1.10.	<i>Resistencia a fungicidas</i>	17
CAPÍTULO II		18
2.	MARCO METODOLÓGICO	18
2.1.	Materiales y métodos	18
2.1.1.1.	<i>Localización</i>	18
2.1.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	18
2.1.2.	Materiales y equipos	18
2.1.2.1.	<i>Materiales de laboratorio</i>	18
2.1.2.2.	<i>Equipos de laboratorio</i>	18

2.1.2.3.	<i>Reactivos e insumos</i>	18
2.1.2.4.	<i>Materiales y Equipos de oficina</i>	19
2.3.	<i>Metodología</i>	19
2.3.1.	<i>Aislamiento e identificación de los hongos</i>	19
2.3.2.	<i>Preparación del medio de cultivo PDA con fungicidas</i>	19
2.3.4.	<i>Siembra de los discos de micelio</i>	20
2.3.3.	<i>Diseño de los experimentos</i>	20
2.3.4.	<i>Recolección de datos</i>	20
2.4.	<i>Variables a evaluar</i>	21
2.4.1.	<i>Tasa de crecimiento micelial</i>	21
2.4.2.	<i>Inhibición de crecimiento micelial</i>	21
2.5.	<i>Dosis Efectiva 50 (ED₅₀)</i>	21
 CAPÍTULO III		23
3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
3.1.	<i>SENSIBILIDAD IN VITRO DE <i>Fusarium spp.</i> A FUNGICIDAS</i>	23
3.2.	<i>Tasa de crecimiento micelial in vitro de <i>Fusarium spp.</i> en medio PDA enmendado con Fludioxonil</i>	23
3.2.1.	<i>Crecimiento micelial in vitro (A) inhibición (B) de <i>Fusarium spp.</i> en medio PDA enmendado con Fludioxonil</i>	25
3.2.2.	<i>Cálculo de la ED₅₀ del principio activo Fludioxonil</i>	29
3.2.3.	<i>Dosis Efectiva 50 (ED₅₀) del principio activo fludioxonil sobre <i>Fusarium spp.</i></i> ..	30
3.3.	<i>Tasa de crecimiento micelial in vitro de <i>Fusarium spp.</i> en medio PDA enmendado con Tiabendazol</i>	30
3.3.1.	<i>Crecimiento micelial in vitro (A) inhibición (B) de <i>Fusarium spp.</i> en medio PDA enmendado con Tiabendazol</i>	32
3.3.2.	<i>Cálculo de la Dosis Efectiva 50 (ED₅₀) del principio activo Tiabendazol</i>	35
3.3.3.	<i>Dosis Efectiva 50 (ED₅₀) del principio activo Tiabendazol sobre <i>Fusarium spp.</i></i>	36
3.4.	<i>Tasa de crecimiento micelial in vitro de <i>Fusarium spp.</i> en medio PDA enmendado con Hymexazol</i>	37
3.4.2.	<i>Cálculo de la Dosis Efectiva 50 (ED₅₀) según el principio activo Hymexazol</i>	42

3.4.3.	<i>Dosis efectiva 50 (ED₅₀) del principio activo Hymexazol sobre Fusarium spp.</i>	.43
3.5.	Tasa de crecimiento micelial <i>in vitro</i> de <i>Fusarium spp.</i> en medio PDA enmendado con Azoxystrobin	
3.5.1.	<i>Crecimiento micelial in vitro (A) inhibición (B) de Fusarium spp. en medio PDA enmendado con Azoxistrobin</i>	46
3.5.2.	<i>Cálculo de la Dosis efectiva 50 (ED₅₀) según el principio activo Azoxystrobin</i>	49
3.5.3.	<i>Dosis Efectiva 50 (ED₅₀) del principio activo Azoxystrobin sobre Fusarium spp.</i>	50
3.6.	Tasa de crecimiento micelial <i>in vitro</i> de <i>Fusarium spp.</i> en medio PDA enmendado con Fluazinam	51
3.6.1.	<i>Crecimiento micelial in vitro (A) inhibición (B) de Fusarium spp. en medios enmendados con Fluazinam</i>	53
3.6.2.	<i>Cálculo de la Dosis efectiva 50 (ED₅₀) según el principio activo Fluazinam</i>	56
3.6.3.	<i>Dosis Efectiva 50 (ED₅₀) del principio activo Fluazinam sobre Fusarium spp.</i>	57
	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	58
	CONCLUSIONES	61
	RECOMENDACIONES	62
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Descripción taxonómica de <i>Pinus patula</i>	7
Tabla 2-1:	Requerimientos climáticos de <i>Pinus patula</i>	8
Tabla 3-1:	Descripción taxonómica de <i>Pinus radiata</i>	8
Tabla 4-1:	Requerimientos Climáticos de <i>Pinus radiata</i>	9
Tabla 5-1:	Clasificación taxonómica de <i>Fusarium</i> spp.....	12
Tabla 6-1:	Clasificación de los fungicidas de acuerdo con el modo de acción según el Comité de Acción a la Resistencia a los Fungicidas (FRAC).....	16
Tabla 1-3:	Factores establecidos para la evaluación de resultados de los datos generados en el ensayo.	23
Tabla 2-3:	Análisis de varianza de crecimiento micelial en medio PDA enmendado con Fludioxonil.	24
Tabla 3-3:	Prueba de Tuckey al 5% para el crecimiento micelial de aislados de <i>Fusarium</i> spp. en medio PDA enmendados con diferentes dosis de Fludioxonil.....	24
Tabla 4-3:	Análisis de varianza para ED ₅₀ en medio PDA enmendado con Fludioxonil. .	29
Tabla 5-3:	Dosis efectiva 50 (ED ₅₀) de Fludioxonil sobre <i>Fusarium</i> spp.	29
Tabla 6-3:	Análisis de varianza de crecimiento micelial en medio PDA enmendado con Tiabendazol.	31
Tabla 7-3:	Prueba de Tuckey al 5% para el crecimiento micelial de aislados de <i>Fusarium</i> spp. en medio PDA enmendado con diferentes dosis de Tiabendazol.	32
Tabla 8-3:	Análisis de varianza para ED ₅₀ en medio PDA enmendado con Tiabendazol. .	36
Tabla 9-3:	Dosis efectiva 50 (ED ₅₀) de Tiabendazol sobre <i>Fusarium</i> spp.	36
Tabla 10-3:	Análisis de varianza de crecimiento micelial en medio PDA enmendados con Hymexazol.	38
Tabla 11-3:	Prueba de Tuckey al 5% para el crecimiento micelial de aislados de <i>Fusarium</i> spp. en medio PDA enmendados con diferentes dosis de Hymexazol.....	38
Tabla 12-3:	Análisis de varianza ED ₅₀ en medio PDA enmendado con Hymexazol.	43
Tabla 13-3:	Dosis efectiva 50 (ED ₅₀) de Hymexazol sobre <i>Fusarium</i> spp.....	44
Tabla 14-3:	Análisis de varianza de crecimiento micelial con el principio activo Azoxystrobin	45
Tabla 15-3:	Prueba de Tuckey al 5% para el crecimiento micelial de aislados de <i>Fusarium</i> spp en medio PDA enmendado con diferentes dosis de Azoxystrobin.....	45
Tabla 16-3:	Análisis de varianza de (ED ₅₀) con el principio activo Azoxystrobin	50
Tabla 17-3:	Dosis efectiva 50 (ED ₅₀) de Azoxystrobin sobre <i>Fusarium</i> spp.....	51

Tabla 18-3:	Análisis de varianza de crecimiento micelial en medio PDA enmendado con Fluazinam.	52
Tabla 19-3:	Prueba de Tuckey al 5% para el crecimiento micelial de aislados de <i>Fusarium</i> spp. en medio PDA enmendado con diferentes dosis de Fluazinam....	52
Tabla 20-3:	Análisis de varianza de (ED_{50})en medio PDA enmendado con Fluazinam.	57
Tabla 21-3:	Dosis efectiva 50 (ED_{50}) de Fluazinam sobre <i>Fusarium</i> spp.....	58

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Tasa de crecimiento micelial <i>in vitro</i> de <i>Fusarium</i> spp. en medio PDA enmendado con Fludioxonil	23
Gráfico 2-3:	Crecimiento micelial <i>in vitro</i> de <i>Fusarium</i> spp. en medio PDA enmendado con Fludioxonil en diferentes tiempos a partir del inicio del ensayo.	26
Gráfico 3-3:	Inhibición de <i>Fusarium</i> spp. en medio PDA enmendado con Fludioxonil en diferentes tiempos a partir del inicio del ensayo	27
Gráfico 4-3:	Dosis efectiva 50 (ED ₅₀) para <i>Fusarium</i> spp. En medio PDA enmendado con Fludioxonil.	29
Gráfico 5-3:	Crecimiento micelial <i>in vitro</i> de <i>Fusarium</i> spp. en medio PDA enmendado con Tiabendazol.	30
Gráfico 6-3:	Crecimiento micelial <i>in vitro</i> de <i>Fusarium</i> spp. en medio PDA enmendado con Tiabendazol en diferentes tiempos a partir del inicio del ensayo.	33
Gráfico 7-3:	Inhibición de <i>Fusarium</i> spp. en medio PDA enmendado con Tiabendazol en diferentes tiempos a partir del inicio del ensayo.....	34
Gráfico 8-3:	Dosis efectiva 50 (ED ₅₀) para <i>Fusarium</i> spp. en medio PDA enmendado con Tiabendazol.	35
Gráfico 9-3:	Tasa de crecimiento micelial <i>in vitro</i> de <i>Fusarium</i> spp. en medio PDA enmendado con Hymexazol.	37
Gráfico 10-3:	Crecimiento micelial <i>in vitro</i> de <i>Fusarium</i> spp. en medio PDA enmendado con Hymexazol a diferentes tiempos a partir del inicio del ensayo.	40
Gráfico 11-3:	Inhibición de <i>Fusarium</i> spp. en medio PDA enmendado con Hymexazol a diferentes tiempos a partir del inicio del ensayo.....	41
Gráfico 12-3:	Dosis efectiva 50 (ED ₅₀) para <i>Fusarium</i> spp. en medio PDA enmendado con Hymexazol.	42
Gráfico 13-3:	Crecimiento micelial <i>in vitro</i> de <i>Fusarium</i> spp. en medio PDA enmendado con Azoxystrobin.	44
Gráfico 14-3:	Crecimiento micelial <i>in vitro</i> de <i>Fusarium</i> spp. en medio PDA enmendado con Azoxystrobin en diferentes tiempos a partir del inicio del ensayo.	47
Gráfico 15-3:	Inhibición de <i>Fusarium</i> spp. en medio PDA enmendado con Azoxystrobin en diferentes tiempos a partir del inicio del ensayo.....	48
Gráfico 16-3:	Dosis efectiva 50 (ED ₅₀) para <i>Fusarium</i> spp. en medio PDA enmendado con Azoxystrobin.	49
Gráfico 17-3:	Crecimiento micelial <i>in vitro</i> de <i>Fusarium</i> spp. En medio PDA enmendado con	

	Fluazinam.....	51
Gráfico 18-3:	Crecimiento micelial <i>in vitro</i> de <i>Fusarium</i> spp. en medio PDA enmendado con Fluazinam en diferentes tiempos a partir del inicio del ensayo.	54
Gráfico 19-3:	Inhibición de <i>Fusarium</i> spp. en medio PDA enmendado con Fluazinam a partir del inicio del ensayo.....	55
Gráfico 20-3:	Dosis efectiva 50 (ED ₅₀) para <i>Fusarium</i> spp. en medio PDA enmendado con Fluazinam.....	56

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** PREPARACIÓN DEL MATERIAL A UTILIZAR EN EL ENSAYO.
- ANEXO B:** SIEMBRA DE LOS DISCOS DE MICELIO EN LAS CAJAS PETRI
- ANEXO C:** MEDICIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS
- ANEXO D:** CRECIMIENTO MICELIAL DE *FUSARIUM* SPP. CON LOS DIFERENTES PRINCIPIOS ACTIVOS
- ANEXO E:** DOSIS EFECTIVA 50 (ED₅₀) CON DATOS ORDENADOS DE MENOR A MAYOR CONCENTRACION (PPM) DE LOS PRINCIPIOS ACTIVOS EN ESTUDIO ANTE *FUSARIUM* SPP. CON AISLADOS DE *PINUS RADIATA* Y *PINUS PATULA*
- ANEXO F:** PROMEDIO DE LA TASA DE CRECIMIENTO MICELIAL DE *FUSARIUM* SPP. EN MEDIO PDA ENMENDADO CON DIFERENTES PRINCIPIOS ACTIVOS

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo determinar la sensibilidad *in vitro* de *Fusarium* spp. asociado a muerte de plántulas de *Pinus radiata* y *Pinus patula* en vivero a fungicidas de diferente modo de acción. Se estableció la tasa de crecimiento micelial y la dosis Efectiva 50 (ED₅₀) para los principios activos: Fludioxonil, Hymexazol, Tiabendazol, Azoxystrobin y Fluazinam, los cuales utilizados en dosis de 0; 0,1; 1; 10 y 100 ppm. Se realizó la medición de crecimiento micelial de *Fusarium* spp. cada 24 h durante 15 días consecutivos para obtener las variables a evaluar en dos hospederos. Acto seguido se utilizó un diseño completo al azar trifactorial con tres repeticiones utilizando por cada repetición cajas Petri y la interpretación fue realizada mediante gráficos de caja y bigote (box-plot). Los resultados demostraron que *Fusarium* spp. resultó muy sensible según la escala de Edgington ante Fludioxonil como principio activo ya que generó el mayor efecto inhibitorio en el crecimiento micelial con la concentración 1 ppm en comparación a los demás productos utilizados en este estudio, además que alcanzó la menor dosis efectiva 50 (ED₅₀) con un promedio de 0,013 mg/L con el aislado 4 de *Fusarium* spp. mientras que Azoxystrobin alcanzó la denominación de resistente según la escala de sensibilidad de Edgington, con un promedio 263,80 mg/L para el segundo aislado de *Fusarium* spp. Por lo que se recomienda el uso de Fludioxonil en vivero resultando una alternativa conveniente para el control de *Fusarium* spp. asimismo, realizar estudios de sensibilidad diferentes a los principios activos de este estudio para el control de hongos causantes de enfermedades en especies forestales.

Palabras Clave: < DOSIS EFECTIVA 50 (ED₅₀) >, < *Fusarium* >, < FUNGICIDAS >, < *Pinus* >, < PLÁNTULAS >, < TASA DE CRECIMIENTO MICELIAL >, < VIVERO >.



Firmado electrónicamente por:
CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ



2159-DBRA-UTP-2021

SUMMARY

The aim of this study was to determine the *in vitro* sensitivity of *Fusarium* spp associated with death of *Pinus radiata* and *Pinus patula* seedlings in nursery to fungicides with different modes of action. The mycelial growth rate and the effective dose 50 (ED50) were established for the active ingredients: Fludioxonil, Hymexazol, Tiabendazole, Azoxystrobin and Fluazinam, which were used in doses of 0, 0.1, 1, 10 and 100 ppm. The mycelial growth of *Fusarium* spp. was measured every 24 h during 15 consecutive days to obtain the variables to be evaluated in two hosts. The results showed that *Fusarium* spp. was very sensitive according to the Edgington scale to Fludioxonil as active ingredient, since it generated the greatest inhibitory effect on mycelial growth with the 1ppm concentration compared to the other products used in this study, It also reached the lowest effective dose 50 (ED50) with an average of 0.013 mg/L with isolate 4 of *Fusarium* spp. while Azoxystrobin reached the designation of resistant according to the Edgington sensitivity scale, with an average of 263.80 mg/L for the second isolate of *Fusarium* spp. Therefore, the use of Fludioxonil in nurseries is recommended as a convenient alternative for the control of *Fusarium* spp. It is also recommended to carry out sensitivity studies different from the active principles of this study for the control of fungi causing diseases in forest species.

Key words: <EFFECTIVE DOSE 50 (ED₅₀) >, <*Fusarium* >, <FUNGICIDES>, <*Pinus*>, <PLANTULES >, <MICELLAR GROWTH RATE>, <GROWTH RATE>.



Firmado electrónicamente por:

**ELSA
AMALIA
BASANTES
ARIAS**

INTRODUCCIÓN

Los viveros forestales ofrecen múltiples beneficios para la producción y reproducción de especies potencialmente mercantilizadas y facilitan las tareas de los productores generando desarrollo financiero a sus propietarios (Gobierno Autónomo Descentralizado De La Provincia Del Chimborazo, 2014, p.5). Las plántulas que se originan en un vivero forestal están amenazadas, durante su cultivo, por varios inconvenientes. Algunos son de tipo nutricional o sanitario, otros son de manejo, percances que ocurren en el cultivo o ataque de insectos, y en algunos sitios las heladas invernales (Lugano, 2011, p.1).

Las plagas y enfermedades son preocupación constante para los administradores de los viveros forestales que producen de forma masiva en este tipo de áreas de producción. Se debe tomar en cuenta que debido al proceso continuo del cultivo de plántulas, aparecen enfermedades causadas por la presencia de hongos que contaminan los sustratos o el material utilizado atacando a las plantas en desarrollo, este problema puede resultar grave ya que puede acabar con la producción esperada en corto o largo plazo, ya que cuando se presenta algún tipo de síntoma en las plántulas este se replica de forma inmediata en la población cercana causando la muerte de las mismas en vivero o cuando ya se establecen en campo generando importantes pérdidas (Landis , y otros, 1990, p.1).

El estado sanitario de las plantas en los viveros es primordial en los procesos de reforestación, ya que plantas enfermas reubicadas al campo tienen menores posibilidades de sobrevivir y, pueden convertirse en focos de diseminación de plagas y enfermedades en los planes de reforestación. En el caso de la producción de las diferentes variedades de pino se pueden observar múltiples enfermedades que son causadas por hongos en especial del género *Fusarium*, el damping-off causado principalmente por este hongo según datos llega a causar la muerte de hasta un 40% de la población de plántulas en desarrollo (Landis , y otros, 1990, p.28).

No obstante, es evidente la falta de información sobre este problema que agobia al pino en su primera etapa de vida tomando en cuenta que en nuestro país existen grandes áreas reforestadas con esta especie debido a su alto nivel de comercialización.

Por lo que se plantea buscar una solución a dicha problemática generando una investigación para establecer un método de control efectivo ante la perdida de las plántulas, utilizando muestras de individuos atacados por esta padecimiento y posteriormente la elaboración de un ensayo con

cepas de *Pinus radiata* y *Pinus patula*, con el uso de fungicidas comerciales que generalmente son utilizados en las empresas del rubro forestal para determinar cuál de estos y a que concentración pueden ser efectivos para el control y la prevención de problemas ocasionados por *Fusarium* spp. en las plántulas en diferentes concentraciones.

PROBLEMA

La falta de información de las patologías causadas por hongos que aquejan a las plantaciones de especies forestales y el perjuicio económico que estos ejercen han ocasionado problemas en el rendimiento en las empresas de rubro forestal. Del mismo modo, no se dispone de información sobre sensibilidad de *Fusarium* spp. hongo frecuentemente asociado a muerte de plantas de pino en vivero a fungicidas con diferente modo de acción, lo que imposibilita una adecuada selección de productos con demostrada eficacia.

JUSTIFICACIÓN

Tomando en cuenta los problemas generados en la producción de plántulas en el vivero, el estudio agrupa toda la información necesaria para una decisión efectiva al momento de evitar pérdidas de los nuevos individuos que se incorporarán a las futuras plantaciones forestales en este caso *Pinus radiata* y *Pinus patula*, disminuyendo así posibles pérdidas económicas de las empresas forestales. Para ello se plantea el estudio de sensibilidad de *Fusarium* spp. a fungicidas con diferentes modos de acción planteando alternativas para el control de la enfermedad y estableciendo la mejor opción en cuanto al manejo de este patógeno a nivel de vivero.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Determinar la sensibilidad *in vitro* de *Fusarium* spp. asociado a muerte de plántulas de *Pinus radiata* y *Pinus patula* en vivero a fungicidas de diferente modo de acción.

Objetivos Específicos

- Determinar la tasa de crecimiento micelial de los diferentes aislados de *Fusarium* spp. frente a los fungicidas de diferente modo de acción.
- Establecer la Dosis Efectiva 50 (ED₅₀) de los diferentes fungicidas a los aislados de *Fusarium* spp. estudiados.

HIPÓTESIS

Hipótesis nula

Ninguno de los fungicidas de diferente modo de acción y dosis planteadas presentan efecto inhibitorio sobre el crecimiento micelial de *Fusarium* spp.

Hipótesis alternante

Al menos uno de los fungicidas de diferente modo de acción y una de las dosis presenta efecto inhibitorio sobre el crecimiento micelial de *Fusarium* spp.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Los viveros

Se entiende como vivero al conjunto de instalaciones destinadas a la producción de plantas. Además de la obtención de material vegetativo para satisfacer la demanda de plantas de diferentes especies logrando propagar masivamente especies útiles al hombre (Yanes, y otros, 1997 pág. 7).

Con la producción de plantas en estos sitios el propietario puede prevenir y controlar posibles efectos del ataque de animales o posibles patologías que afectan a plántulas en su etapa inicial, ya que se les proporcionan los cuidados necesarios y las condiciones propicias para mejorar su crecimiento, con las probabilidades de sobrevivencia y adaptación cuando se realiza el trasplante aumentan en gran proporción (Yanes, y otros, 1997, p.7).

Debido a los fuertes problemas de deforestación, a la pérdida de biodiversidad que sufre el país y a la gran necesidad de reforestar, los viveros pueden funcionar no sólo como fuente productora de plantas, sino también como sitios de investigación donde se experimente con las especies nativas de interés, con la finalidad de propiciar la formación de bancos temporales de germoplasma y plántulas de especies nativas que permitan su caracterización, selección y manejo. Esto permitirá diseñar, conocer y adecuar las técnicas más sencillas para la propagación masiva de estas especies. Además, los viveros también podrían ser sitios de capacitación de donde surgieran los promotores de estas técnicas (Yanes, y otros, 1997, p.8).

1.1.1. Importancia de los viveros forestales

Los viveros forestales son el inicio del cambio necesario para revertir la degradación de los recursos naturales y mejorar la calidad de vida de la población también son componente crucial del medio natural, útiles para la fijación de nutrientes al suelo, prevención de la erosión, el control de posibles inundaciones, la regulación del nivel de dióxido de carbono atmosférico y el reciclaje de elementos minerales, además que establecen un importante elemento atemperador del clima en zonas urbanas estos actúan regulando la humedad atmosférica y como atenuante en las fluctuaciones de las napas freáticas y en áreas donde están ubicados, generan microclimas favorables para el desarrollo de flora y fauna asociadas, permitiendo la conservación de la biodiversidad, por medio de una amplia gama de hábitats y sustratos para la misma (Oliveros, 2017 , p.22).

1.1.1.1. Enfermedades que aparecen en viveros forestales

En el proceso productivo de un vivero en diferentes ocasiones se puede observar el apareamiento de ciertas enfermedades por numerosos factores, las plantas enfermas generan pérdidas económicas debido a que interfieren en el proceso de obtención de plantas sanas y vigorosas dentro de un ciclo de producción. En los últimos años, la percepción de control de enfermedades, entendido como el exterminio del organismo causal, fue reemplazado por el término manejo de enfermedades. Este último implica la selección y uso de metodologías orientadas a reducir las enfermedades a un nivel tolerable. El manejo de enfermedades procura regular los organismos patógenos y no erradicarlos (Acosta , y otros, 2008, p.2).

1.1.2. Control de plagas y enfermedades

Para que un vivero forestal genere mayores rendimientos y se evite la muerte de las plántulas luego de haber realizado la incorporación de estas en las áreas a forestar, es importante tener en cuenta posibles plagas o enfermedades que deben ser evitados o por lo menos proponer un control de los agentes patógenos. Para ello es importante observar de manera continua el estado sanitario del vivero mediante una revisión exhaustiva de las camas en donde se alojan las plantas de edad temprana, para que así se puedan detectar futuros daños en el establecimiento (Gobierno Autónomo Decentralizado De La Provincia Del Chimborazo, 2014, p.5).

Hay que tomar en cuenta que plagas y posibles padecimientos no se presentan de manera espontánea, debido a que es necesario un lapso para una posible reproducción de un insecto u otro tipo de vector, es por esto por lo que en ese tiempo se debe actuar de manera oportuna para controlar o erradicar el foco de dispersión (Gómez, y otros, 2007, p.5).

1.1.3. Hongos

El damping off es causado por la presencia de hongos que infectan las plántulas y hacen que se "humedezcan" o colapsen y se descompongan. La humedad puede afectar a la mayoría de las plántulas, especialmente en condiciones de mala circulación de aire y si la semilla se siembra demasiado espesa, es principalmente un inconveniente cuando se siembra temprano en interiores o bajo vidrio, pero puede afectar a las plántulas sembradas al aire libre in situ. Es especialmente dañina en la primavera cuando los niveles de luz y las temperaturas son bajas y las plántulas crecen lentamente, pero puede ocurrir en cualquier época del año (Society, 2021, párr.4). Los géneros *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Fusarium* y eventualmente hongos como *Phytophthora*, *Macrophomina*, *Alternaria*, *Cylindrocarpon* entre otros, son responsables también de patologías que afectan a las

plantaciones forestales” (González, 1993, p.9). También se han encontrado *Pythium aphanidermatum*, *Pythium debaryanum*, *Pythium ultimum*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp. , *Alternaria* spp. y *Cylindrocarpon destructans* (González y Opazo, 2002, p.11). Como medio de prevención al ataque de esta fitopatología se propone desinfecciones de suelo a través de fumigantes, antes de la siembra o el repique. Cuando sus efectos se muestran en las plántulas de la platabanda se necesitan controles periódicos permanentes o de acuerdo con el momento de ocurrencia y según sea su ataque (Quiroz Marchant, y otros, 2009, p.15).

Si persisten los hongos en el suelo para nuevas producciones, el control debe considerar labores culturales como la rotación de cultivos, cuya efectividad es variable y depende de la capacidad de los hongos de convertirse en saprófitos durante la rotación y de la cantidad de años que esta considere. A su vez, las dosis de agua aplicadas en el riego deben ajustarse a los requerimientos reales de las plantas en cada estado de desarrollo, pues los excesos favorecen la multiplicación y crecimiento de los hongos (Lavanderos y Douglas; 1985a y 1985b, p.6).

Las enfermedades de la raíz en viveros de especies forestales nativas se presentan en la producción de plantas a raíz desnuda y a veces en producción en bolsas, cuando se usa tierra como sustrato (González y Opazo, 2002, p.13). Las especies sobre las que se ha determinado patógenos radiculares son muy insuficientes y probablemente sólo reflejan falta de estudios. En vivero se ha observado “pudrición café de la raíz” debida a *Phytophthora cinamomi* en Raulí, Roble, Coigüe y Lingue (Quiroz Marchant, y otros, 2009,p.16).

“La “pudrición negra”, derivada de *Macrophomina phaseolina* se ha determinado sobre Araucaria, Olivillo, Peumo, Notro, Guindo Santo, Avellano, Maitén, Raulí, Coigüe, Hualo, Roble, Lingue, y Pelu” (Hinojosa, 1997;González y Opazo, 2002, p.314). Los patógenos determinados en las raíces de plantas nativas de vivero son *Phytophthora cinamomi*, causante de la pudrición café y *Macrophomina phaseoli*, promotor de la pudrición negra o carbonosa. En plantas de Raulí se ha determinado *Cylindrocladium scoparium* (Valenzuela y Peredo, 1989, p.96), también puede transformarse en agente de pudrición de raíces (González y Opazo, 2002, p.11).

1.2. Aporte del sector forestal a la economía del país

Para conocer con precisión el aporte del sector forestal a la economía del Ecuador, se requiere de una valoración de los bienes y los servicios que los ecosistemas forestales brindan. (Añazco, y otros, 2010, p.85).

Lascano, (2008: p.85) “valora la contribución económica anual del sector forestal a la economía nacional incluyendo los valores de uso directo e indirecto (provisión de insumos, función de

sumidero, y función recreativa y excluyendo los valores de opción y de existencia). Su valoración se desarrolla sobre la base de fuentes secundarias e investigación directa”.

1.3. Importancia del Pino en la economía ecuatoriana

En Ecuador de las 9.599.678,7 hectáreas de bosques existentes, que pertenecen al 34,7 % de la superficie nacional, el 98,5% concierne a bosques naturales, mientras que las plantaciones comerciales cultivadas no superan el 1,5% restante del patrimonio forestal (Grijalva et al., 2012, p.37). En la sierra ecuatoriana, el cultivo de pino ha ganado gran espacio, en especial en la zona norte de la provincia de Cotopaxi. Esta especie maderable presenta gran adaptación a las situaciones climáticas y edáficas existentes en la provincia. La empresa Aglomerados Cotopaxi cultiva, principalmente, pino de las especies *Pinus patula* y *Pinus radiata*, de donde se obtienen todo tipo de tableros, que son cotizados a nivel nacional e internacional (Toapanta , y otros, 2014, p. 94).

1.4. *Pinus patula*

Tabla 1-1: Descripción taxonómica de *Pinus patula*.

Reino	Plantae
Phyllum	Pinophyta
Clase	Pinopsida
Orden	Pinales
Familia	Pinacea
Género	<i>Pinus</i>
Especie	<i>Pinus patula</i>

Fuente: (Universidad Politécnica Salesiana Del Ecuador, sf)

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

1.4.1. Descripción botánica

Árbol de tronco recto y cilíndrico, pueden alcanzar de 20 a 40 m de altura y 40 a 150 cm de diámetro posee una copa cónica y corteza papirácea, escamosa y de color rojizo en la parte superior del tallo y en las ramas (Vinueza, 2013, párr.3).

Sus hojas en grupos de 3 y a veces 4, raramente 5 en algunos fascículos, aciculares, delgadas, verticalmente caídas, color verde claro brillante, con bordes finamente aserrados, flores en inflorescencias, femeninas muy vistosas de color amarillo cremoso o anaranjado su fruto

semejante a conos largamente cónicos, de 7 a 9 cm y a veces hasta 12 cm, sésiles, algo encorvados, oblicuos, puntiagudos, por lo general agrupados de 3 a 6 de semillas aladas (Vinueza, 2013, párr.5).

1.4.2. *Ecología y distribución de la especie*

Localizado en México oriental de Tamaulipas a Oaxaca. No obstante, posee una distribución natural muy exclusiva, el *Pinus patula* ha tenido éxito en sembradíos industriales a través de los trópicos y subtropicos, incluyendo el sur de África, el subcontinente de la India, la América del Sur y Australia, destacándose por su buena forma, desarrollo acelerado y gran fuste. Se adapta en la formación bosque húmedo y muy húmedo montano bajo (bh-MB) (Vinueza, Marco, 2013, párr.6).

1.4.2. *Características edafoclimáticas*

Tabla 2- 1: Requerimientos climáticos de *Pinus patula*.

Altitud:	1.400 – 3.200 msnm
Precipitación:	700 -1.200 mm
Temperatura:	12 – 18 ° C

Fuente : (Vinueza, Marco, 2013)

Realizado por :Benalcázar, S. 2021

1.5. *Pinus radiata*

Tabla 3-1: Descripción taxonómica de *Pinus radiata*.

Reino	Plantae
Phyllum	Streptophyta
Clase	Pinopsida
Orden	Pinales
Familia	Pinaceae
Género	<i>Pinus</i>
Especie	<i>Pinus radiata</i>

Fuente: (Conafor, sf)

Realizado por : Benalcázar, Steeven. 2021

1.5.1. *Descripción botánica*

Árbol de 13 a 33 metros de altura y un diámetro normal de 30 a 60cm; cipa densa, angosta y redondeada con corteza hundida y áspera con escamas de color café oscuro y ramas fuertes y extendidas algo brillosas en estado tierno, hojas en grupos de 3 o de 2 en algunos fascículos. Amentos amarillentos y conillos mucronados de color morado, conos anchos y ovoides, asimétricos resistentes y duran cerrados varios años (Martínez, 1948, p.41).

1.5.2. *Ecología y distribución de la especie*

Especie originaria del suroeste de los Estados Unidos, principalmente California se introdujo en el Ecuador en 1905 y la primera plantación a gran escala se realizó en el páramo del volcán Cotopaxi, y su uso se extendió a partir de 1960, es la segunda especie forestal más plantada en la sierra después del eucalipto, resulta frecuente encontrar árboles aislados en la ribera del río Yanuncay (Minga, y otros, 2016, p.61). En Ecuador se encuentra difundido en la mayor parte de la cordillera de los andes (Vinueza, Marco, 2013, párr.5).

1.5.3 *Características edafoclimáticas*

Tabla 4-1: Requerimientos Climáticos de *Pinus radiata*.

Altitud:	1.800 – 3.500 msnm
Precipitación:	800 – 1.300 ms.
Temperatura:	11 – 17 °C

Fuente: (Conafor, sf).

Realizado por : Benalcázar, Steeven. 2021

1.6. Enfermedades en pinos

1.6.1. *Chancro resinoso*

Enfermedad producida por *Fusarium circinatum* que tiene un gran alcance en coníferas ya que se observan casos en numerosas especies, en la actualidad se considera como una enfermedad forestal de interés ya que su control se torna complicado debido a las variaciones ambientales y climáticas a las que puede soportar dicho hongo sea favorecido la dispersión de la enfermedad. (Flores, 2017, p.17).

Es así como la patología está presente en todos los continentes del mundo, a excepción de la Antártida, se reportan importantes pérdidas económicas en viveros, semilleros forestales, plantaciones silvestres y comerciales de distintas especies de coníferas (Flores, 2017, p.19).

Afecta a los árboles presentando varios síntomas que en cada caso varían con relación a su edad y desarrollo, cuando el árbol es adulto, en la mayoría de las ocasiones se produce la muerte no sin antes la caída de braquiblastos, y la aparición de chancros resinosos en sus partes además del aborto de brotes, caída de conos con seca de ramas (Phytoma, 2017, párr.11).

Es considerada la patología más importante a nivel mundial de las coníferas, tanto silvestres como comerciales, y no posee tratamiento curativo por lo que los esfuerzos están centrados en el tratamiento preventivo (Flores, 2017, p.19).

1.6.2. Enfermedad de la banda roja

Dothistroma pini, Numerosas especies de pinos son susceptibles, pero en particular lo son *Pinus radiata*, *P.ponderosa* y *P.nigra*. Se identifica por la formación inicial de manchas cloróticas amarillentas que viran a color rojizo y que evolucionan a bandas castaño-rojizas que cercan a las acículas, pudiendo la base de estas permanecer verde o cortarse a nivel de las bandas. En el este de África, plantaciones de *Pinus radiata* tuvieron que ser abandonadas debido a los severos ataques de las hojas originados por *D. pini*. Afecta al follaje provocando pérdida de hojas prematura. Se presenta en plantas adultas siendo los daños más graves en plantas jóvenes y en plantas repicadas en vivero (Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de Argentina, 1999, p.1).

1.6.3. Falsa banda roja de los pinos

Cyclaneusma minus Se caracteriza por la aparición de puntos cloróticos sobre las hojas que luego se extienden y coalescen, diferenciándose bandas castaño-rojizas sobre las acículas totalmente amarillentas o de color castaño-claro. Las hojas caen en forma inmediata o bien pueden perdurar hasta el próximo año. Los síntomas comúnmente se presentan en la parte inferior de la copa sobre las hojas de 1-2 años (Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de Argentina, 1999, p.1).

En la copa del árbol afectado se observa el ataque progresivo desde la parte baja siendo las hojas más viejas las primeras en ser afectadas (Gómez, y otros, 2007, p.51).

1.6.4. Muerte de raíces en *Pinus radiata*

Phytophthora cinnamomi. Los síntomas característicos de la enfermedad son: presencia de ramas secas, tejidos de la base del fuste necrosados (corticales y leñosos) y abundante secreción de resina (Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de Argentina, 1999, p.1).

1.6.5. *Lophodermium camberrianum*

Se lo encuentra en las acículas muertas o en porciones muertas de acículas vivas tanto en el haz como en el envés. Corresponde a una fructificación de origen sexual que es un apotecio modificado generando al mismo tiempo clorosis y pérdida de las acículas en mayor proporción en la parte baja y alta de la copa arbórea (Gómez, y otros, 2007, p.53).

1.7. *Fusarium* spp.

La taxonomía de las especies de *Fusarium* spp. siempre ha sido un tema controversial, En un determinado momento, hubo más de mil especies, variedades y formas nombradas sobre la base de observaciones, con poca o ninguna consideración por las características culturales de estos especímenes. Los metódicos de esa época generalmente no describieron la totalidad del organismo y no hizo ningún intento de buscar semejanzas o relaciones entre hongos. La necesidad de un preciso sistema confiable de clasificación se hizo evidente cuando se demostró que las especies de *Fusarium* spp. causan enfermedades graves en muchas plantas. H. W. Wollenweber pasó su carrera estudiando el género *Fusarium*, producto de estos estudios dieron como resultado la publicación de Die Fusarien en colaboración con A. Reinking. En esta publicación, los autores redujeron el número de especies, variedades y formas de *Fusarium* a 142 y agrupadas estos en 16 secciones (Nelson, y otros, 1994, p.481).

Los sistemas han sido propuestos por Gerlach y Nir El género *Fusarium* spp. es un grupo de hongos filamentosos ampliamente distribuidos en el suelo y plantas. Debido a su capacidad de crecer a 37°C, son considerados oportunistas. Al microscopio, la fiálide es generalmente fina, con forma de botella; simple o ramificada; cortas o largas; monofialídica (que emergen esporas de un poro de la fiálide) o polifialídica (de varios poros). Los macroconidios presentan forma de medialuna, hialinos y septados. Para su correcta categorización es importante el largo, ancho, curvatura, septos, agrupaciones mucoides (esporodoquios) y detalles de las células de los extremos (célula apical y pie). Los microconidios, ausentes en algunas especies, poseen variadas formas (fusiformes, ovals, clavadas, entre otras), agrupaciones (estructuras mucoides llamadas “falsas cabezas”), en cadenas largas o cortas; todas observables a la lupa (40x). Otro tipo de conidios son los mesoconidios, que son similares, pero de menor dimensión que los macroconidios y nunca forman estructuras mucoides. Por último, pueden observarse las

clamidosporas características con doble pared gruesa, lisa o rugosa; de manera aislada, en pareja o en grupo, existen diferentes medios que permiten su crecimiento; entre ellos, agar papa dextrosa (PDA), agar Sabouraud, agar Clavel (CLA), agar de Spezieller Nährstoff-farmer (SNA) y agar avena. Los agares PDA y Sabouraud permiten observar el diámetro de la colonia, morfología y pigmento (café, rojo, violeta, naranja, gris, blanco) difusible al medio mientras que el agar CLA, permite observar el desarrollo de cadenas de microconidios y morfología en detalle de macroconidios (Tapia, y otros, 2014, p.86).

1.7.1. Taxonomía del género *Fusarium* spp.

El género *Fusarium* comprende 70 especies descritas, que a su vez están asociadas en 12 secciones. Cada selección es en realidad un conjunto de especies relacionadas entre sí, y entre ellos se encuentran algunos de los más serios patógenos del mundo agrícola (Leslie, y otros, 2006, p.81).

Tabla 5-1: Clasificación taxonómica de *Fusarium* spp.

Phyllum:	Ascomycota
Subdivisión:	Pezizomycota
Clase:	Sordarimycetes
Subclase:	Hypocreomycetidae
Orden:	Hypocreales
Familia:	Hypocreaceae
Género:	<i>Fusarium</i>

Fuente: (Leslie, y otros, 2006).

Realizado por : Benalcázar, S. 2021

1.7.2. Interacción *Fusarium* spp. - planta

Los hongos del género *Fusarium* spp. son ampliamente conocidos alrededor del mundo, y se han convertido en un problema serio ya que producen metabolitos tóxicos que ponen en peligro la salud de los seres humanos y de los animales. Además, incluye muchos patógenos de plantas de importancia agrícola que en conjunto ocasionan enfermedades caracterizadas por marchitez, tizones, pudriciones en cultivos ornamentales y forestales en ecosistemas agrícolas y naturales (Ma et al., 2013, párr.4). Como otros fitopatógenos, este hongo emplea diversas estrategias de infección, así también, la especificidad del hospedero depende de cada especie de *Fusarium* spp. el hongo puede sobrevivir en el suelo como micelio o como esporas en ausencia de sus anfitriones, y si se encuentra cerca una planta hospedera, la infección puede iniciar en las raíces, en partes de la planta por encima del suelo, a través del aire o el agua (Ma et al., 2013, párr.4). Para que la infección

se logre con éxito, la interacción entre hongo-planta responde a un proceso donde se deben movilizar diferentes conjuntos de genes para la señalización temprana del hospedero, la adhesión a la superficie de este, la descomposición enzimática de barreras físicas, la defensa contra los compuestos antifúngicos del anfitrión, y la inactivación y la muerte de las células huésped por micotoxinas segregadas (Agrios, 2005, párr.4).

1.8. FUNGICIDAS

Son encargados de matar e impedir el crecimiento de hongos y sus esporas. Se utilizan para controlar los hongos que dañan las plantas, incluidas las royas, el mildiú y las plagas. También se pueden usar para controlar el moho y los hongos en otros entornos, de igual manera, estos compuestos funcionan de diversas formas, pero la mayoría dañan las membranas de las células fúngicas o interfieren con la producción de energía dentro de las células fúngicas (National Pesticide Information Center, 2019, párr.1).

1.8.1. Fludioxonil

1.8.1.1. Identificación

- **Nombre Químico:** 4-(2,2-difluoro-1,3-benzodioxol-4-il) -1H-pirrol-3-carbonitrilo
- **Nombre Común:** Fludioxonil
- **Modo Acción:** Transducción de señales (Liñan, 2021, párr.1).

1.8.1.2. Sustancia activa:

Fenilpirrol con actividad fungicida por contacto, no sistémico, persistente, adecuado en aplicaciones foliares preventivas y en tratamientos de semillas de cereales. Su estructura está directamente relacionada con el pirrolnitrin, producto antimicótico de origen natural que es producido como metabolito secundario por algunas bacterias del suelo como *Pseudomonas*. Parece que su actuación bioquímica está ligada a los procesos de intercambios celulares dependientes de la membrana. Estimula la síntesis de glicerol, compuesto que regula la presión osmótica intercelular; su presencia en exceso interfiere con los mecanismos de intercambio celular dependientes de la membrana, en consecuencia, perturba el intercambio de materiales y bloquea el crecimiento de las células del hongo (Liñan, 2015, p.269).

Este fungicida impide fuertemente la germinación de las conidias, la formación del tubo germinativo, el crecimiento micelial y, al mismo tiempo, provoca una reducción instantánea de la absorción de los aminoácidos y azúcares. Es activo contra cepas de patógenos que han disminuido su sensibilidad a los benzimidazoles y carboximidas. Hay una limitada traslocación por la semilla durante el tratamiento y la germinación lo que permite el control de patógenos dentro de la semilla (Liñan, 2021, párr.2).

1.8.2. Hymexazol

1.8.2.1. Identificación:

Nombre Químico: 5-metil-3-isoxazol

Nombre Común: Hymexazol (EPA, ISO)

Modo Acción: Metabolismo de ácidos nucleicos (Fungicide Resistance Action Committee, 2019, p.12).

1.8.2.2. Sustancia activa

Pertenece al grupo de los Isoxasoles siendo utilizado de forma directa al suelo, para el tratamiento y desinfección de semillas logrando aumentar su poder germinativo al mismo tiempo de mejorar el sistema radical, fungistático; favorece el enraizamiento; se absorbe por las raíces y se transloca en sentido acrópeto a los brotes, actúa en la síntesis de ADN/ARN. Además, paraliza el desarrollo micelial utilizado en: arroz, batata, berenjena, cebolla, chalote, crisantemo, fresa, pepino, té, tomate y zanahoria, entre otros. Por otra parte, su actividad biológica puede durar de 3 a 4 semanas. Muestra mayor actividad cuando se aplica al suelo que en los ensayos *in vitro*. La razón de este fenómeno se debe al efecto sinérgico del Hymexazol con los iones metálicos del sulfato de hierro, nitrato de aluminio, etc. existentes en el suelo. La estimulación del enraizamiento del arroz es muy importante en el arroz de trasplante, también estimula el crecimiento de la coliflor, pepino, tomate y zanahoria (Liñan, 2021, p.270)

1.11.3. Tiabendazol

1.11.3.1. Identificación

Nombre Químico: 2- (tiazol-4-il) benzimidazol, o bien 2- (4-tiazolil) -1 H -benzimidazol

Nombre Común: Tiabendazol

Modo Acción: Proteínas motoras y de citoesqueleto (FRAC, 2020, p.13).

1.11.3.2. Sustancia activa:

Benzimidazol sistémico de aplicación curativa y preventiva por contacto, de amplio campo de acción. La absorción está dada por raíces y hojas además de impedir la mitosis al unirse a la tubulina resultando afectado el crecimiento del hongo. Su vida media en la tierra puede alcanzar de 33 y 120 días considerando condiciones de temperatura y humedad. Se considera altamente persistente: 403 días (Liñan, 2015, p.266).

1.11.4. Azoxystrobin

1.11.4.1. Identificación:

Nombre Químico: (E)-2-{2-[6-(2-cianofenoxi) pirimidin-4-iloxi] fenil} -3-metoxiacrilato de metilo

Nombre Común: Azoxystrobin

Modo Acción: Inhibidor de la respiración mitocondrial (Syngenta, 2021, párr.1).

1.11.2. *Sustancia activa:*

Este producto es un procedente del ácido β -metoxiacrílico. Es un fungicida sistémico con acción translaminar, efecto protector y curativo de traslocación acrópeta lenta, pero con distribución semejante por toda la hoja. Tiene una buena actividad fungicida contra ascomicetos, basidiomicetos, deuteromicetes, entre otros. Es un enérgico inhibidor de la germinación de esporas y, además, impide el crecimiento micelar y muestra una importante actividad antiesporulante. Los derivados del ácido β -metoxiacrílico, como las estrobilurinas A y B, oudemansina A y mixotiazol, impiden la respiración mitocondrial. Actúa sobre la cadena de transferencia de electrones entre los citocromos b y c_1 bloqueando y frenando la síntesis de ATP. Diversos estudios han demostrado que estos productos se enlazan en un determinado punto en los citocromos b. Ningún fungicida de uso corriente posee esta propiedad que elimina resistencias cruzadas entre los β -metoxiacrilatos y otras clases de fungicidas. Controla cepas de hongos patógenos resistentes a los inhibidores de la 14-desmetilasa como bencimidazoles, dicarboximidias y fenilamidias (portal tecno agricola , 2021, párr.4).

1.11.5. Fluazinam

1.11.5.1. *Identificación:*

Nombre Químico: 3-cloro-N-[3-cloro-2,6-dinitro-4-(trifluorometil) fenil]-5- (trifluorometil)-2-piridinamina

Nombre común: Fluazinam

Modo Acción: Multi-sitio, interrumpe la generación de energía dentro de las células del hongo, así como también disminuye la germinación de esporas (Montanacorp, 2019, p.2).

1.11.5.2. *Sustancia activa:*

Es una piridinamina con actividad fungicida de amplio espectro y acción preventiva para aplicación foliar. Su actividad curativa es muy débil; no posee poder penetrante ni sistémico. Actúa sobre las mitocondrias interrumpiendo el proceso de producción de energía de las células bloqueando el proceso de fosforilación oxidativa por atracción de los electrones fuera del circuito respiratorio. Interfiere la germinación de esporas, la penetración del hongo en el vegetal, el crecimiento del micelio y la esporulación. No parece que genere resistencias. En el caso de *Phytophthora infestans* es efectivo durante el estado de espора, de origen sexual o asexual, impidiendo tanto su producción como la posterior germinación. Mientras su actividad sobre la germinación de esporas es esencial para proporcionar una barrera contra la infección primaria, la primera propiedad ofrece un potencial adicional en la supresión de la infección secundaria. En

ensayos de campo se ha demostrado su actividad sobre los estados de zoospora interfiriendo la dehiscencia de zoosporangios, germinación de las zoosporas y su movilidad (Liñan, 2021, párr.4).

1.12. Clasificación de los fungicidas de acuerdo con el modo de acción según el Comité de Acción a la Resistencia a los Fungicidas (FRAC).

Tabla 6-1: Clasificación de los fungicidas de acuerdo con el modo de acción según el Comité de Acción a la Resistencia a los Fungicidas (FRAC).

MODO DE ACCIÓN	CÓDIGO Y PUNTO DE ACCIÓN	NOMBRE DEL GRUPO	GRUPO QUIMICO	NOMBRE COMÚN	CODIGO FRAC
Traducción de señales	E2 MAP / Histidina quinasa en la transducción de señales osmóticas (os-2, HOG1)	PP-fungicidas (Fenilpirrol)	Fenilpirrol	Fludioxonil	12
Metabolismo de los ácidos nucleótidos	A3 Síntesis de ADN/aún propuesto	Heteroaromaticos	Isoxazoles	Hymexazol	32
Citoesqueleto 2. Proteína motora	B1 Ensamblaje de la β -tubulina en mitosis	B1 Ensamblaje de la β -tubulina en mitosis	Benzimidazoles	Tiabendazol	1
Respiración	C3 Complejo III: citocromobcl (ubiquinol oxidasa)	Fungicidas QoI (Quinona afuera Inhibidores)	Estrobilurinas Metoxiacrilatos	Azoxistrobin	11

Respiración	C5 Des acopladores de la fosforilació n oxidativa		2.6 -Dinitro- anilinas	Fluazinam	29
-------------	---	--	---------------------------	-----------	----

Fuente : (FRAC, 2020, p.23)

Realizado por: Benalcázar, S.2021

1.13. Resistencia a fungicidas

La resistencia fungicida, según FRAC, se describe a una insensibilidad adquirida y heredable de un hongo a un agente antifúngico (o fungicida) específico. Los casos de resistencia en campo deben ser confirmados por estudios a nivel del organismo que muestren una reducción de la sensibilidad del aislado del hongo al fungicida específico. El término resistencia en campo debe emplearse para indicar pérdida de control en condiciones de campo, debido a la presencia de una alta proporción de cepas resistentes en la población del patógeno en campo. El desarrollo de la resistencia a fungicidas es un proceso evolutivo. El fungicida está ejerciendo presión de selección en la población del patógeno mientras está matando la población inicial (o silvestre) pero no a la población alterada (o mutante). El uso excesivo o mal uso de un modo de acción fungicida puede acelerar significativamente estos cambios en la población (FRAC, 2019, p.5).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Materiales y métodos

2.1.1. Característica del lugar

2.1.1.1. Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de GDTERRA (Grupo de desarrollo de Tecnologías para la Reducción y Racionalización de Agroquímicos) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

2.1.1.2. Ubicación geográfica

Lugar: Riobamba, Chimborazo

Altitud: 2622 msnm

Coordenadas UTM

X: 757775

Y: 9817313

Temperatura media anual: 13, 8 °C

Precipitación media anual: 571, 8 mm

Humedad relativa: 48,80% (Estación Meteorológica de la ESPOCH)

2.1.2. Materiales y equipos

2.1.2.1. Materiales de laboratorio

Envases plásticos, Cajas Petri, Para film, Tamiz, Pipetas, Probeta, Tubos de ensayo, Vasos de precipitación, Papel Aluminio, Puntas de micropipeta, Calibrador electrónico.

2.1.2.2. Equipos de laboratorio

Autoclave, Cámara de flujo laminar, Incubadora, Mechero de bunsen, Balanza digital

2.1.2.3. Reactivos e insumos

- Cepas de *Fusarium* spp.
- Papa dextrosa agar (PDA)
- Fludioxonil
- Tiabendazol
- Hymexazol
- Azoxystrobin
- Fluazinam
- Alcohol al 70%
- Agua destilada

2.1.2.4. *Materiales y Equipos de oficina*

- Computadora
- Libreta de apuntes
- Cinta adhesiva
- Papel toalla
- Estilete
- Foami
- Impresora
- Hojas de papel bond
- Marcador de cd
- Regla
- Tijeras

2.3. **Metodología**

Para el cumplimiento del primer objetivo:

2.3.1. *Aislamiento e identificación de los hongos*

Se recolectó plántulas de *Pinus radiata* y *Pinus patula* que presentaban lesiones generalmente en el cuello y se observan amarillamiento y marchitez, del vivero de la empresa Aglomerados Cotopaxi. Obtenidas ya las plántulas para el inicio del experimento, se realizó un lavado con agua corriente. Acto seguido se realizó pequeños cortes de las zonas afectadas las cuales se desinfectaron en alcohol al 70 % durante 1 min, posteriormente en hipoclorito de Na al 2% durante 2 min, seguido de tres lavados de agua destilada estéril, finalmente estos tejidos se secaron en papel toalla estéril, y posteriormente colocados en cajas Petri con medio papa dextrosa agar (PDA), e incubados a 25°C durante 8 días (Anexo A).

2.3.2. *Preparación del medio de cultivo PDA con fungicidas*

Una vez identificadas las colonias de acuerdo con las características culturales y morfológicas como pertenecientes al género *Fusarium* spp. estas se purificaron mediante repicados sucesivos en medio PDA para después realizar cultivos monospóricos. Para el desarrollo de la prueba se utilizó medio PDA sintético marca Difco, enmendados con los diferentes principios activos de los fungicidas en estudio. Las concentraciones utilizadas de los diferentes fungicidas en los medios fueron: 0, 0.1; 1; 10; 100 ppm con excepción en el tratamiento de hymexazol, en el cual se usaron las concentraciones de 0; 1; 10; 100 ppm (Anexo B).

2.3.4. Siembra de los discos de micelio

Obtenidas las colonias fúngicas se procedió al corte de discos miceliales con un diámetro de 5 mm con la ayuda de sorbetes plásticos esterilizados. El procedimiento fue realizado en cada caja Petri las cuales estaban conformadas por aislados en los hospederos *Pinus patula* y *Pinus radiata* con dos cepas en cada caso (Anexo B).

2.3.3. Diseño de los experimentos

Se utilizó un diseño completo al azar trifactorial en donde los factores fueron: FACTOR A: fungicidas, FACTOR B: dosis de fungicidas, FACTOR C: cepas de *Fusarium* spp. según hospedero de origen (*P.radiata* y *P.patula*). Por cada tratamiento y dosis se efectuaron tres repeticiones, y para cada repetición se consideró una Caja Petri.

2.3.4. Recolección de datos

Una vez montado el ensayo, se procedió a la medición del diámetro de cada tratamiento y repetición de manera horizontal y vertical cada 24 h. Tomando en cuenta que las cajas Petri debían mantener condiciones de temperatura controladas en todo el ensayo para cada caso y que las mediciones deben ser realizadas en un mismo horario, una vez recolectada la información, se procedió a agrupar la información en un documento de Microsoft Excel con hojas separadas por cada producto utilizado.

La información obtenida del ensayo se clasificó en filas para su fácil manejo en donde se utilizó los siguientes parámetros:

- HONGO
- FUNGICIDA
- REPETICIÓN
- DOSIS
- TIEMPO
- DIÁMETRO_VERTICAL
- DIÁMETRO_HORIZONTAL
- DIÁMETRO MEDIO
- INHIBICIÓN
- INHIBICIÓN_CORREGIDA
- AISLADO
- HOSPEDERO

2.4. Variables para evaluar

2.4.1. Tasa de crecimiento micelial

Se evaluó el crecimiento micelial a los 7 días después al montaje del ensayo para lo cual fue necesario el cálculo con la siguiente formula

$$\text{Crecimiento micelial} = \frac{\text{diámetro medio a las 168 horas}}{\text{número de días a las 168h}}$$

2.4.2. Inhibición de crecimiento micelial

Se estableció un porcentaje de inhibición con relación a la dosis testigo (0 ppm) valorando el diámetro medio que fue conseguido a las 168 h con la medición obtenida con el calibrador electrónico,(Anexo C) el cálculo para el porcentaje de efecto inhibitorio en cada uno de los productos utilizados fue realizado mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ de inhibición} = 100 - \frac{\text{diámetro medio} * 100}{\text{diámetro medio}}$$

Para el cumplimiento del segundo objetivo:

Con los parámetros completos todos los datos fueron ingresados al programa R versión 4.1.1. el cual procesó la información recabada mediante leguajes de programación para su posterior interpretación. En este caso se utilizaron diagramas de caja y bigote (box-plot) para observar los resultados obtenidos. Asimismo, se trabajó con las gráficas de crecimiento micelial en cada una de las concentraciones estudiadas además de generar los sumarios con los datos recabados para el análisis cuantitativo de inhibición, crecimiento y Dosis Efectiva 50 (ED₅₀).

Debido a la gran cantidad de información obtenida en el análisis de los datos, las tablas de análisis de varianza (ANOVA) se presentaron con los resultados más importantes obtenidos.

2.5. Dosis Efectiva 50 (ED₅₀)

Estuvo dada por la concentración en partes por millón (ppm) de cada principio activo en estudio tomando en cuenta el efecto inhibitorio que genera ante *Fusarium* spp. en los aislados en estudio, Fue realizado mediante el software Rstudio tomando en cuenta el crecimiento micelial del hongo y la dosis utilizada en cada principio activo para el caso de todos los aislados mediante una

regresión lineal. Para la separación de las medias se utilizó el análisis de varianza ANOVA y prueba de Tuckey con los intervalos de confianza al 95% (Anexo E).

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. SENSIBILIDAD *IN VITRO* DE *Fusarium* spp. A FUNGICIDAS

Para facilitar la interpretación de los resultados, los datos fueron agrupados tomando en cuenta el hospedero y el aislado al que pertenecían en donde:

Tabla 1-3: Factores establecidos para la evaluación de resultados de los datos generados en el ensayo.

CÓDIGO	CARACTERÍSTICAS	HOSPEDERO
1	Aislado 1, cepa 1 de <i>Fusarium</i>	<i>Pinus radiata</i>
2	Aislado 2, cepa 2 de <i>Fusarium</i>	<i>Pinus radiata</i>
3	Aislado 1, cepa 1 de <i>Fusarium</i>	<i>Pinus patula</i>
4	Aislado 2, cepa 2 de <i>Fusarium</i>	<i>Pinus patula</i>

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

3.1.1. Tasa de crecimiento micelial *in vitro* de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con Fludioxonil

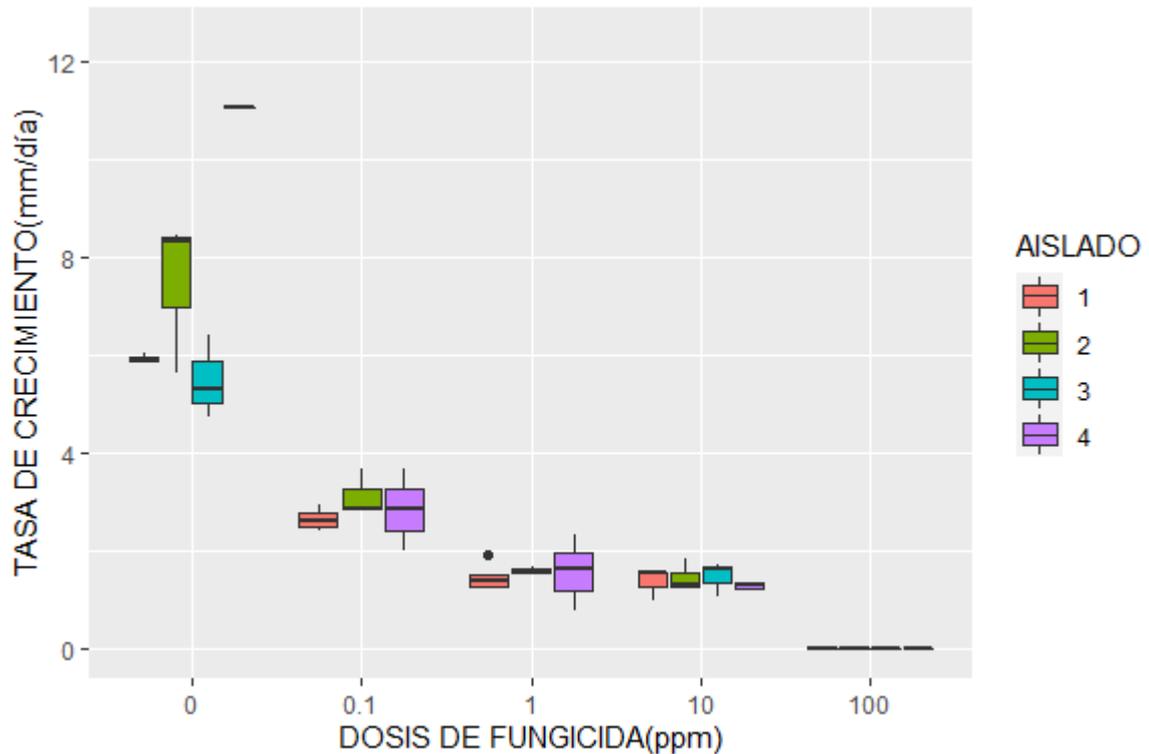


Gráfico 1-3: Tasa de crecimiento micelial *in vitro* de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con Fludioxonil.

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

Tabla 2-3: Análisis de varianza de crecimiento micelial de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con Fludioxonil.

	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PR(>F)
Hospedero	1	15,10	15,11	2,44	0,12
Aislado	2	0,80	0,39	0,06	0,93
Dosis	126,50	126,50	126,46	20,48	3,53x10 ⁻⁵ ***
Hospedero: dosis	1	6,00	5,97	0,96	0,33
Aislado: dosis	2	0,20	0,10	0,20	0,98
Error	52	321,00	6,17		

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

Códigos de significancias: 0 ‘****’ 0,001 ‘***’ 0,01 ‘**’ 0,05 ‘.’ 0,1 ‘.’ 1

En el caso de las interacciones no hubo efecto en la interacción triple ni en las interacciones dobles (Tabla 8-3), no existió efecto significativo en los factores hospedero y aislado, mientras que el factor dosis presentó evidencias significativas en el ensayo ($P < 0.05$).

Tabla 3-3: Prueba de Tuckey al 5% para el crecimiento micelial de aislados de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con diferentes dosis de Fludioxonil.

DOSIS (ppm)	TASA DE CRECIMIENTO (mm/día)	GRUPOS
0	7,49	a*
0,10	2,80	b
1	1,51	b
10	1,37	b
100	0,00	b

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

La mayor tasa de crecimiento micelial fue para la dosis testigo (0 ppm) con 7,49 mm mientras que con 0,10 ppm se obtuvo una tasa de crecimiento micelial promedio de 2,80 mm siendo el segundo valor más alto con Fludioxonil como principio activo (Tabla 9-3) (Anexo F).

3.2.1. Crecimiento micelial in vitro (A) inhibición (B) de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con Fludioxonil

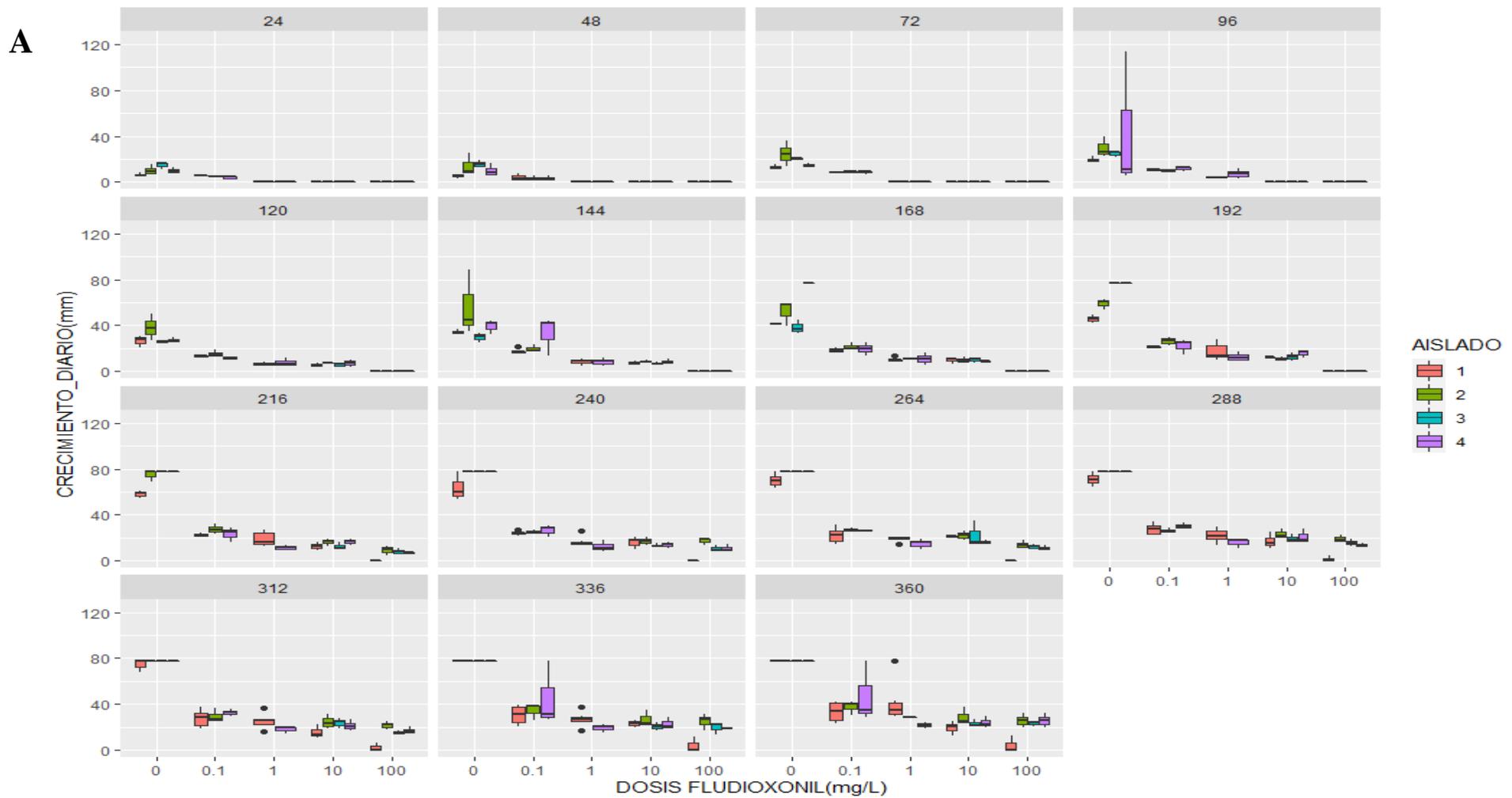


Gráfico 2 -3: Crecimiento micelial in vitro de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con Fludioxonil en diferentes tiempos a partir del inicio del ensayo.

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

B

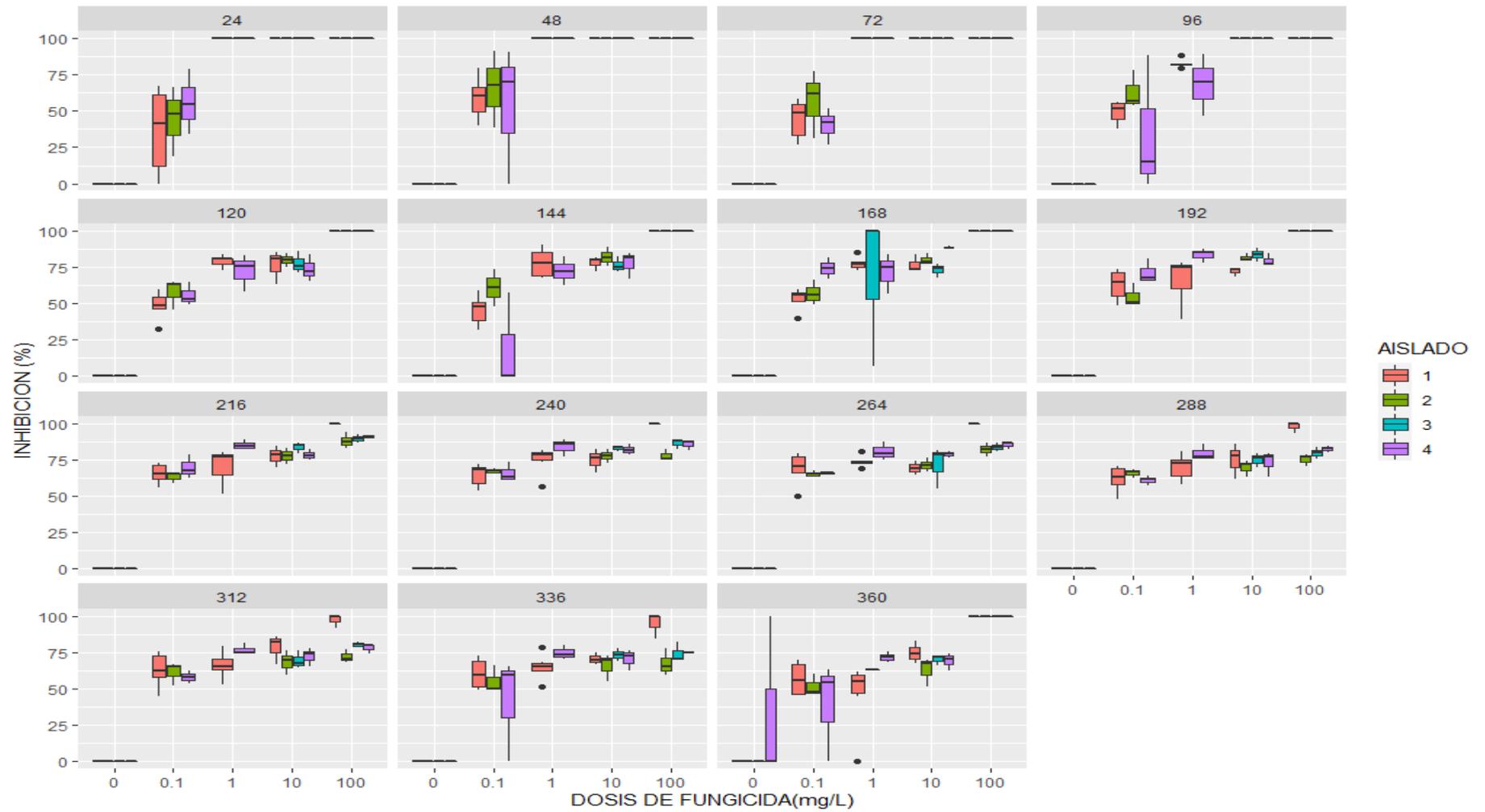


Gráfico 3-3: Inhibición de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con Fludioxonil en diferentes tiempos a partir del inicio del ensayo

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

Para el caso del crecimiento se determinó que los diferentes aislados en la dosis control (0 ppm) mostraron desarrollo de manera diferente siendo el aislado 3 con hospedero *Pinus patula* el que generó mayor crecimiento en comparación a los otros en análisis, con 192 h de ensayo el crecimiento de los aislados empezó a aproximarse hasta el final del estudio.

Las dosis 10 y 100 ppm no permitieron crecimiento micelial en las primeras 120 h. A partir de ello se observó un ligero cambio en el crecimiento de *Fusarium* spp. en todos los aislados, el crecimiento micelial para el segundo aislado de control resultó superior de manera consecutiva hasta las 144 h de ensayo con un promedio de crecimiento de $29,91 \pm 4,00$ mm. Mientras que en las concentraciones superiores determinaron menores crecimientos de *Fusarium* spp. en todos los aislados en análisis (Gráfico 2-3).

Las concentraciones 1, 10 y 100 ppm mostraron efecto inhibitorio semejante ya que en todas las h de estudio se presentaron similares valores en los aislados en análisis, a excepción del primer aislado correspondiente a *Pinus radiata* siendo el de mayor efecto inhibitorio, con 288 h empezó a mostrar crecimiento con un promedio de $1,43 \pm 2,48$ mm. Es importante mencionar que en el caso de la dosis 1 y 10 ppm se alcanzaron valores muy similares en todo el ensayo tomando en cuenta que a las 168 h el crecimiento es de $10,15 \pm 1,81$ y $9,48 \pm 2,44$ mm para el primer aislado mientras que las demás variables en estudio se muestran datos a la par (Gráfico 2-3).

Se presentó altos porcentajes de inhibición en las diferentes dosis y en todas las variables en estudio, a las 216 h de ensayo para el tercer aislado con la concentración de 100 ppm se obtuvo un promedio de $89,98 \pm 3,06\%$ de inhibición hasta llegar al 100% al final del experimento (Gráfico 3-3).

Con la concentración 1 y 10 ppm tomando en cuenta el mismo aislado en el tiempo anteriormente establecido se mostró un 76,24% para el primer caso y un promedio de $84,00 \pm 3,16\%$ con la segunda concentración respectivamente (Gráfico 3-3).

3.2.2. Cálculo de la ED₅₀ del principio activo Fludioxonil

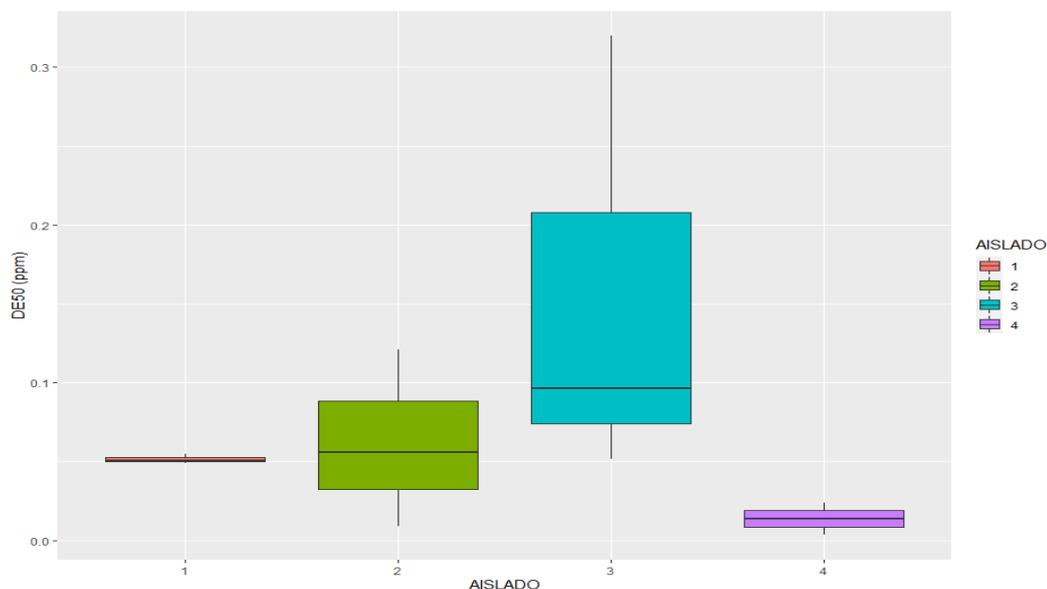


Gráfico 4-3: ED₅₀ para *Fusarium* spp. En medio enmendado con Fludioxonil.

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

Fludioxonil mostró los valores más bajos de todo el ensayo, con los datos ordenados de manera ascendente se determinó que la ED₅₀ (Dosis Efectiva 50) alcanzó los menores valores desde el aislado 4, en segundo lugar, el aislado 1, posteriormente el aislado 2 y finalmente el aislado 3 (Gráfico 4-3).

El aislado 4 correspondiente a *Pinus patula* obtuvo un valor de $0,137 \pm 0,146$ mg/L mientras que el mayor fue el aislado 3 con el hospedero *Pinus patula* con 0.156 ± 0.144 mg/L.

Tabla 4-3: Análisis de varianza para ED₅₀ en medio PDA enmendado con Fludioxonil.

	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PR(>F)
Aislado	3	0,02	0,01	1,43	0,31
Error	7	0,04	0,01		
Total	10	0,07			

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

El análisis de varianza no mostró efecto del aislado ($P>0,05$) en la ED₅₀ del principio activo Fludioxonil (Tabla 10-3). La mayor ED₅₀ correspondió al aislado 3 con una ED₅₀ promedio de

13,88 ±9,03 ppm y la menor ED₅₀ correspondió al aislado 4 con un valor de 38,92 ± 33,06 ppm (Gráfico 4-3).

3.2.3. Dosis Efectiva 50 (ED₅₀) del principio activo fludioxonil sobre *Fusarium* spp.

Para la clasificación de sensibilidad de *Fusarium* spp. ante los principios activos en estudio se utilizó la escala propuesta por Edgington et al. (1971).

Tabla 5-3: Dosis Efectiva 50 (ED₅₀) de Fludioxonil sobre *Fusarium* spp.

Aislado	Promedio (mg/L)	Desviación estándar	Escala de ED ₅₀	Sensibilidad del hongo
1er aislado	0,051	0,003	< 1	Muy sensible
2do aislado	0.061	0,056	< 1	Muy sensible
3er aislado	0.156	0.144	< 1	Muy sensible
4to aislado	0.013	0.014	< 1	Muy sensible

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

3.3. Tasa de crecimiento micelial *in vitro* de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con Tiabendazol.

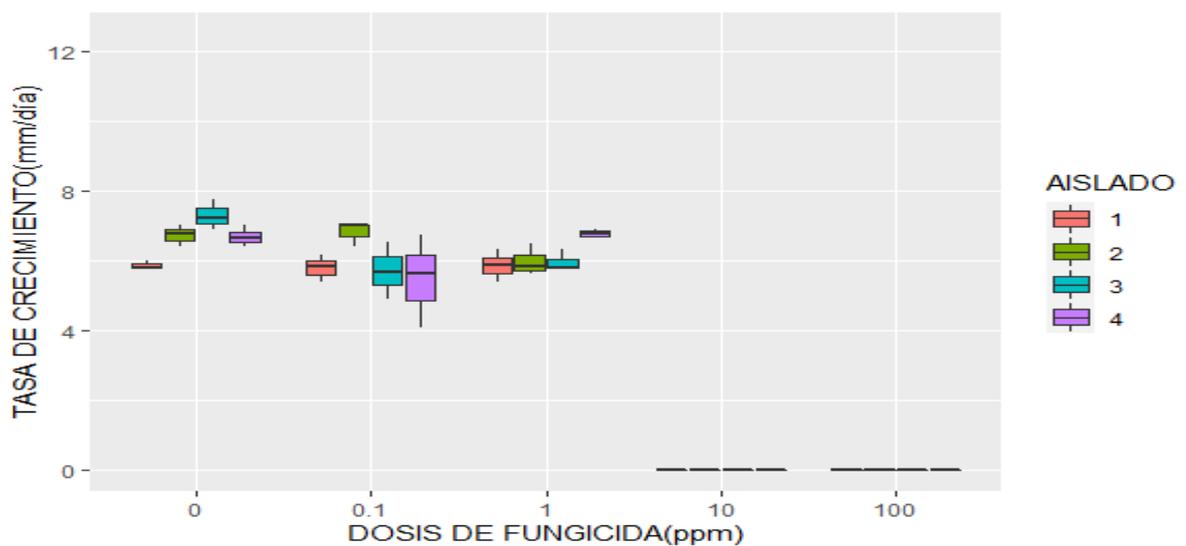


Gráfico 5-3: Crecimiento micelial *in vitro* de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con Tiabendazol.

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

Se observó que en las dosis 0 y 0,1 ppm se presentaron variaciones significativas en cuanto a los datos obtenidos. Siendo el aislado uno perteneciente al hospedero *Pinus radiata* el de menor valor con una ED₅₀ de 42,72±19,97 mm y el hospedero con mayor valor el aislado 3 correspondiente a *Pinus patula* con un valor de ED₅₀ 49,04±21,43 mm (Gráfico 5-3).

En la dosis 1 ppm se observó que los 3 primeros aislados presentaron similitud puesto a que estos alcanzaron valores de crecimiento cercanos, caso contrario del aislado 4 con el hospedero *Pinus patula* que mostró un valor mayor a los demás con 40,79±18,90 mm (Gráfico 5-3).

Posterior a ello se pudo determinar que la concentración 10 ppm presentó crecimientos menores en un máximo de 13,77 mm para el aislado 3 de *Fusarium* spp. correspondiente a *Pinus patula*., mientras que la dosis 100 ppm no presentó crecimiento en ningún caso (Anexo F).

Tabla 6-3: Análisis de varianza de crecimiento micelial de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendados con Tiabendazol.

	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PR(>F)
Hospedero	1	0,60	0,60	0,09	0,75
Aislado	2	0,77	0,38	0,06	0,93
Dosis	1	263,71	263,91	43,60	2,12x10 ⁻⁸ ***
Hospedero: Dosis	1	0,18	0,18	0,03	0,86
Aislado Dosis	2	0,25	0,13	0,02	0,98
Error	52	314,74	6,05		

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

Códigos de significancias: 0 ‘***’ 0,001 ‘**’ 0,01 ‘*’ 0,05 ‘.’ 0,1 ‘.’ 1

Ninguna interacción presentó evidencias significativas para el caso del ensayo con el principio activo Tiabendazol. Se observó que los factores hospedero y aislado no presentaron efecto significativo, mientras que el factor dosis presentó un valor de 2,12x10⁻⁸ por lo que este resultado afirmó que existen diferencias significativas siendo ($P < 0,05$).

Tabla 7-3: Prueba de Tuckey al 5% para el crecimiento micelial de aislados de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con diferentes dosis de Tiabendazol.

DOSIS (ppm)	TASA DE CRECIMIENTO(mm/día)	GRUPOS
0	6,70	a*
0,1	6,10	a
1	6,00	a
10	0,00	b
100	0,00	b

Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

Se mostró valores superiores en la tasa de crecimiento micelial en el testigo (0 ppm) con crecimiento promedio de 6,70 mm/día y las concentraciones, 0,1 y 1 ppm los cuales alcanzaron valores de 6,10 y 6 mm respectivamente. Las concentraciones anteriormente mencionadas tienen valores estadísticamente similares a la dosis (0 ppm). El crecimiento micelial para la dosis 0,1 ppm fue 6,10 mm/día con Tiabendazol como principio activo, mientras que en concentraciones mayores se muestran valores de 0 mm/día(Tabla 13-3).

3.3.1. Crecimiento micelial in vitro (A) inhibición (B) de Fusarium spp. en medio PDA enmendado con Tiabendazol

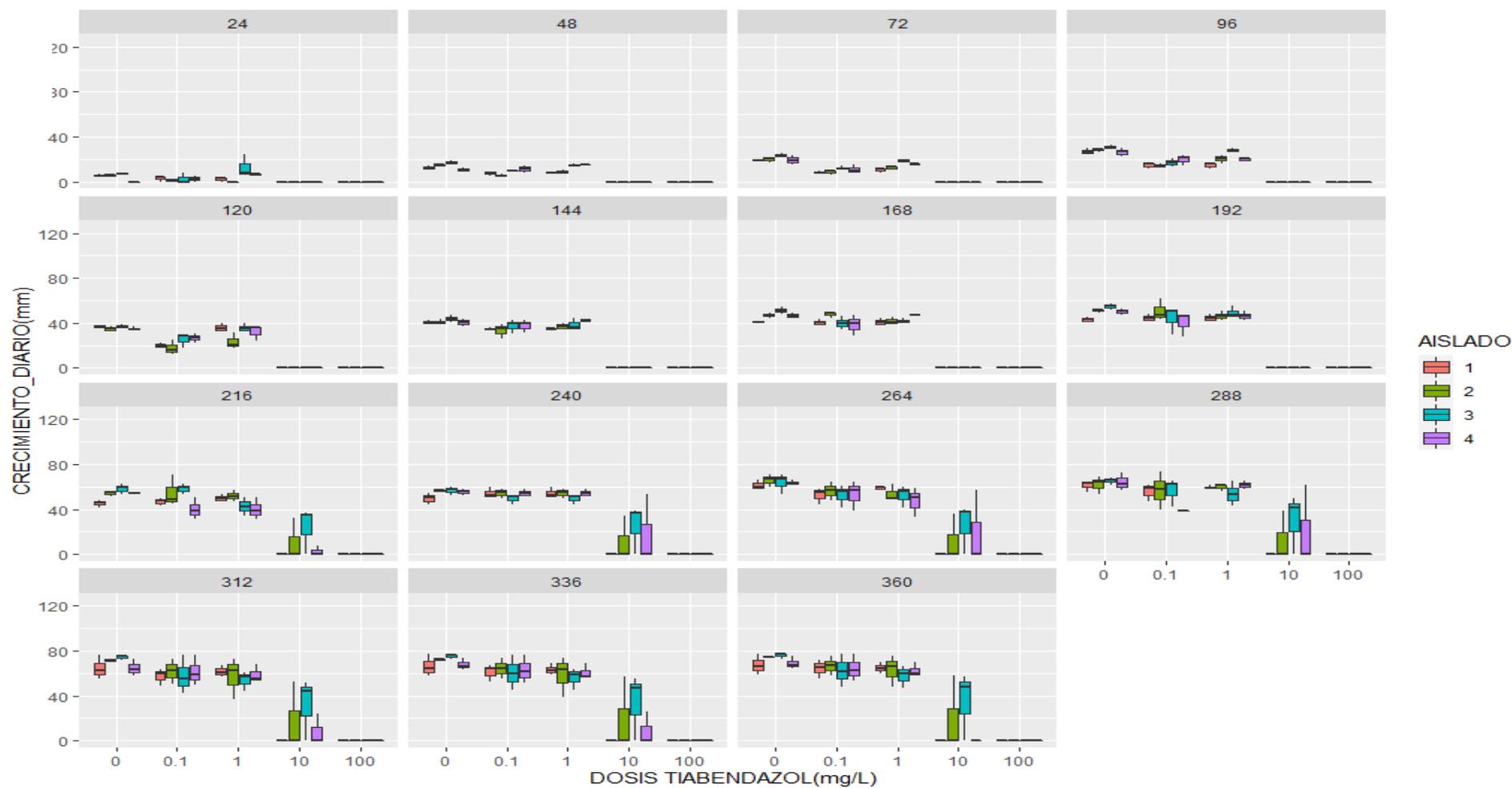
A

Gráfico 6-3: Crecimiento micelial *in vitro* de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con Tiabendazol en diferentes tiempos a partir del inicio del ensayo.

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

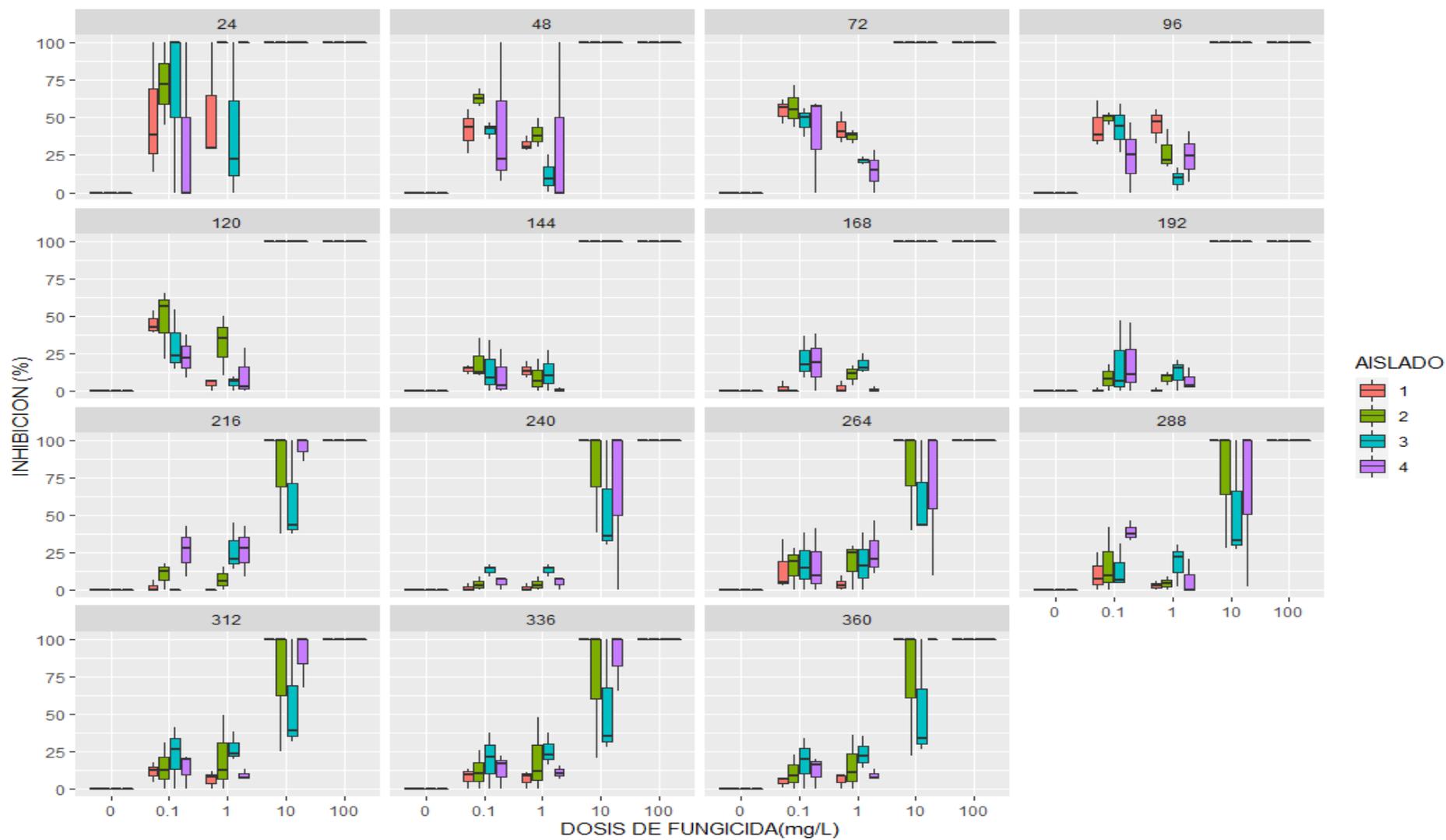
B

Gráfico 7-3. Inhibición de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con Tiabendazol en diferentes tiempos a partir del inicio del ensayo.

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

Se observó que el efecto de la dosis control, 0,1 y 1 ppm generó datos cercanos en cuanto al crecimiento micelial de *Fusarium* spp. Hasta las 240 h del ensayo, la concentración 0,1 ppm presentó menores variaciones en el desarrollo de los aislados en todo el ensayo, es así como a las 120 h se presentó un crecimiento de $20,05 \pm 2,55$ mm con el aislado 1 correspondiente a *Pinus radiata*, $17,86 \pm 6,95$ mm en el aislado 2 y para los restantes se observó un mayor crecimiento con $25,2 \pm 6,60$ mm con el tercer aislado y $38,35 \pm 9,26$ mm en el último respectivamente (Gráfico 6-3). Con el fin del ensayo se obtuvo un crecimiento micelial con la concentración 1 ppm, para el segundo aislado de $57,95 \pm 9,88$ mm y siendo el menor $62,5 \pm 6,39$ mm para el último aislado en estudio (Gráfico 6-3).

Mientras tanto en las concentraciones 10 y 100 ppm se presentó mayor efecto inhibitorio en el transcurso del ensayo, con la concentración 10 ppm *Fusarium* spp. no mostró crecimiento hasta las 192 h posteriores al montaje del estudio (Gráfico 7-3). Posterior a este tiempo el aislado 3 correspondiente a *Pinus radiata* presentó crecimiento que determinó efecto inhibitorio en las mismas condiciones con la concentración anteriormente mencionada el cual alcanzó un valor de $24,21 \pm 20,99$ % .

En el caso del segundo aislado en el mismo momento se mostró inhibición de un $10,73 \pm 18,59$ % respectivamente (Gráfico 7-3).

La concentración 100 ppm obtuvo efecto inhibitorio de hasta un 100 % en todos los aislados hasta el cierre del ensayo (Gráfico 7-3).

3.3.2. Cálculo de la Dosis Efectiva 50 (ED₅₀) del principio activo Tiabendazol.

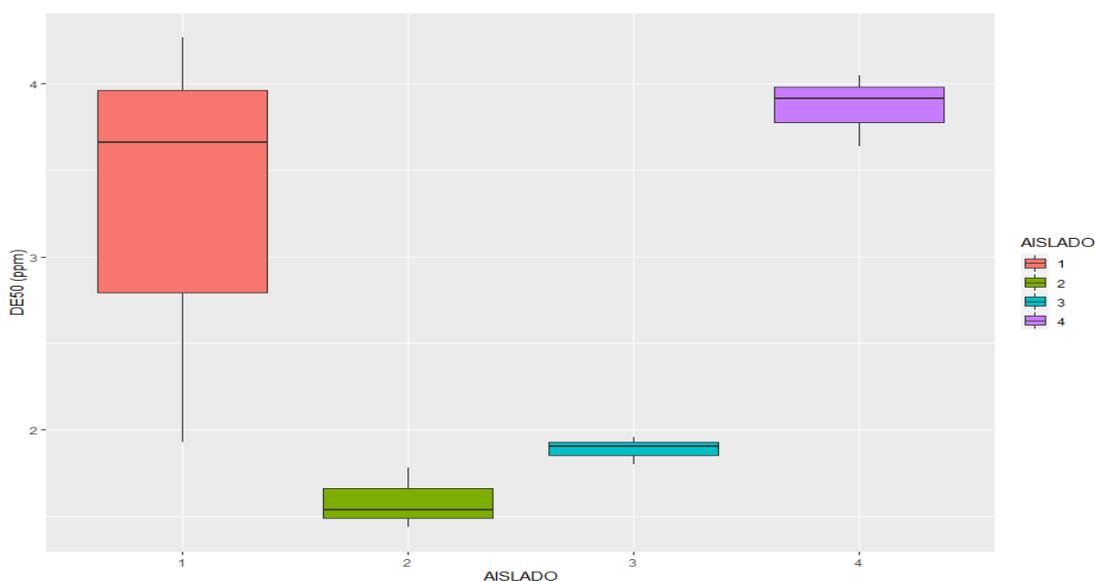


Gráfico 8-3: ED₅₀ para *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con Tiabendazol.

Para la Dosis Efectiva 50 (ED₅₀) con Tiabendazol se pudo determinar valores superiores siendo el aislado 4 el de mayor proporción, alcanzando 3,086 ±0,21 mg/L seguido del aislado uno, mientras que el aislado con menor Dosis Efectiva 50 resultó el aislado 2 referente al hospedero *Pinus patula* 1,58 ± 0,17 mg/L (Anexo E).

Tabla 8-3: Análisis de varianza para ED₅₀ en medio PDA enmendado con Tiabendazol

	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PR(>F)
Tratamiento	3	10,81	3,60	9,26	0,01
Error	8	3,11	0,38		
Total	11	13,93			

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

El análisis de varianza no mostró efecto del aislado ($P>0,05$) en la ED₅₀ del principio activo Tiabendazol (Tabla 14-3). La mayor ED₅₀ perteneció al aislado 4 con una ED₅₀ promedio de 3,869 ±0,21 mg/L y la menor ED₅₀ correspondió al aislado 2 con un valor de 1,585 ± 0,178 mg/L (Gráfico 8-3).

3.3.3. Dosis Efectiva 50 (ED₅₀) del principio activo Tiabendazol sobre *Fusarium* spp.

Tabla 9-3: Dosis efectiva 50 (ED₅₀) de Tiabendazol sobre *Fusarium* spp.

Aislado	Promedio (mg/L)	Desviación estándar	Escala de ED₅₀	Sensibilidad del hongo
1er aislado	3,286	1,215	1 a 10	Moderadamente sensible
2do aislado	1,585	0,178	1 a 10	Moderadamente sensible
3er aislado	1,887	0,078	1 a 10	Moderadamente sensible
4to aislado	3,869	0,210	1 a 10	Moderadamente sensible

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

3.4. Tasa de crecimiento micelial *in vitro* de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con Hymexazol.

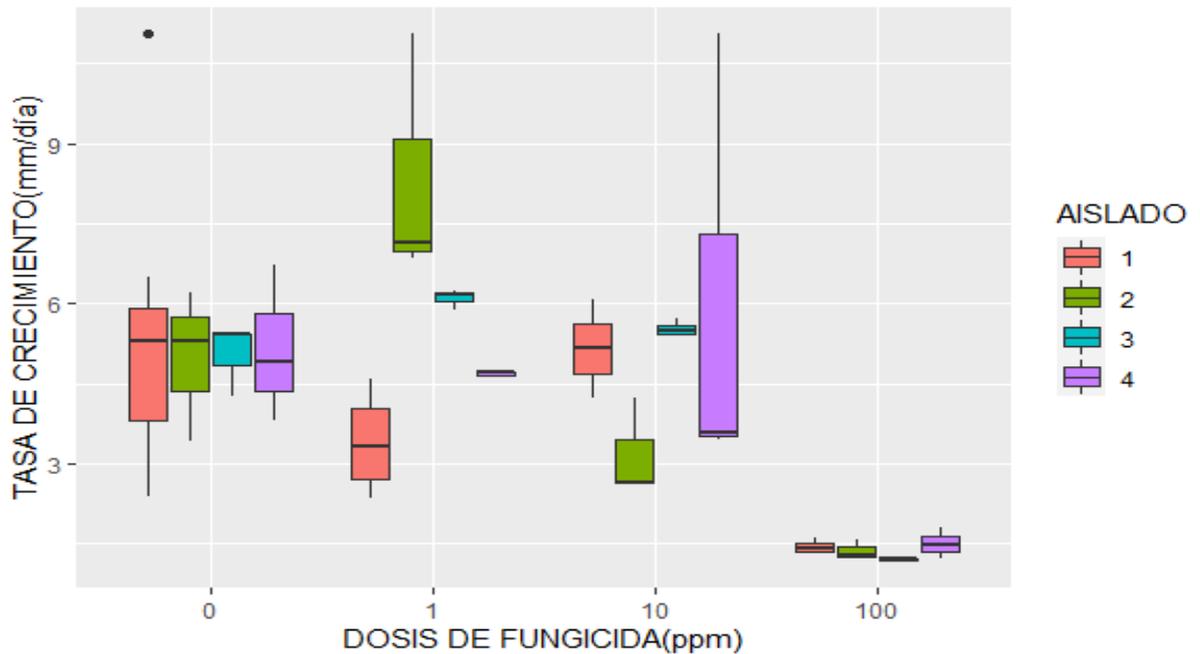


Gráfico 9-3 Tasa de crecimiento micelial *in vitro* de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con Hymexazol.

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

Mediante el análisis del gráfico realizado, se determinó que todos los aislados con la dosis 0 ppm mostraron crecimientos cercanos en el tiempo del ensayo. En este caso se observó que el aislado 3 correspondiente a *Pinus patula* alcanzó crecimiento mayor en comparación a los anteriores con 5,43 mm/día.

Con el análisis de la dosis 1 ppm se determinó que el aislado 2 alcanzó crecimiento superior a los otros casos en observación con promedio de 7,13 mm a diferencia del aislado 4 que en las mismas condiciones logró 4,75 mm/día de crecimiento (Gráfico 9-3).

Se observó que para el caso de la concentración antes mencionada y a 10 ppm los aislados presentaron crecimientos irregulares con el uso de Hymexazol, siendo así que el aislado 4 generó una variación notoria a 10 ppm de concentración, indicando un promedio de crecimiento de 3,45 mm/día, a diferencia de la mayor concentración que mostró datos aproximados en cuanto a su desarrollo poniendo énfasis en el tercer aislado, el cual resultó ser el menor con un valor aproximado de 1,22 mm/día (Gráfico 9-3).

Tabla 10-3: Análisis de varianza de crecimiento micelial de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con Hymexazol

	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	PR(>F)
Hospedero	1	0,01	0,01	0,00	0,95
Aislado	2	0,29	0,14	0,04	0,96
Dosis	1	143,08	143,08	39,79	9,18x10 ⁻⁸ ***
Hospedero: Dosis	1	0,15	0,15	0,04	0,82
Aislado: Dosis	2	1,79	0,89	0,24	0,78
Error	48	168,98	3,60		

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

Códigos de significancias: 0 ‘***’ 0,001 ‘**’ 0,01 ‘*’ 0,05 ‘.’ 0,1 ‘ ’ 1

Realizando los contrastes al nivel de significación del 5%, se determinó que existió efecto significativo únicamente en el factor dosis ya que el *P* valor fue 9,18x10⁻⁸ por lo que *P*<0.05, las interacciones no presentaron diferencias significativas (Tabla 16-3).

Tabla 11-3: Prueba de Tuckey al 5% para el crecimiento micelial de aislados de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con diferentes dosis de Hymexazol

DOSIS (ppm)	TASA DE CRECIMIENTO (mm/día)	GRUPOS
0	5,22	a*
1	5,46	a
10	4,97	a
100	1,33	b

*Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

Se observó efecto inhibitorio con la concentración 100 ppm de Hymexazol en los aislados. La mayor tasa de crecimiento micelial fue para la dosis 1 ppm tomando en cuenta que el control (0 ppm) alcanzó 5,22 mm/día de crecimiento mientras que la dosis 100 ppm obtuvo una tasa de

crecimiento micelial promedio de 5,46 mm/día para Hymexazol como principio activo (Tabla 17-3).

3.4.1. Crecimiento micelial in vitro (A) inhibición (B) de Fusarium spp. en medio PDA enmendado con Tiabendazol

A

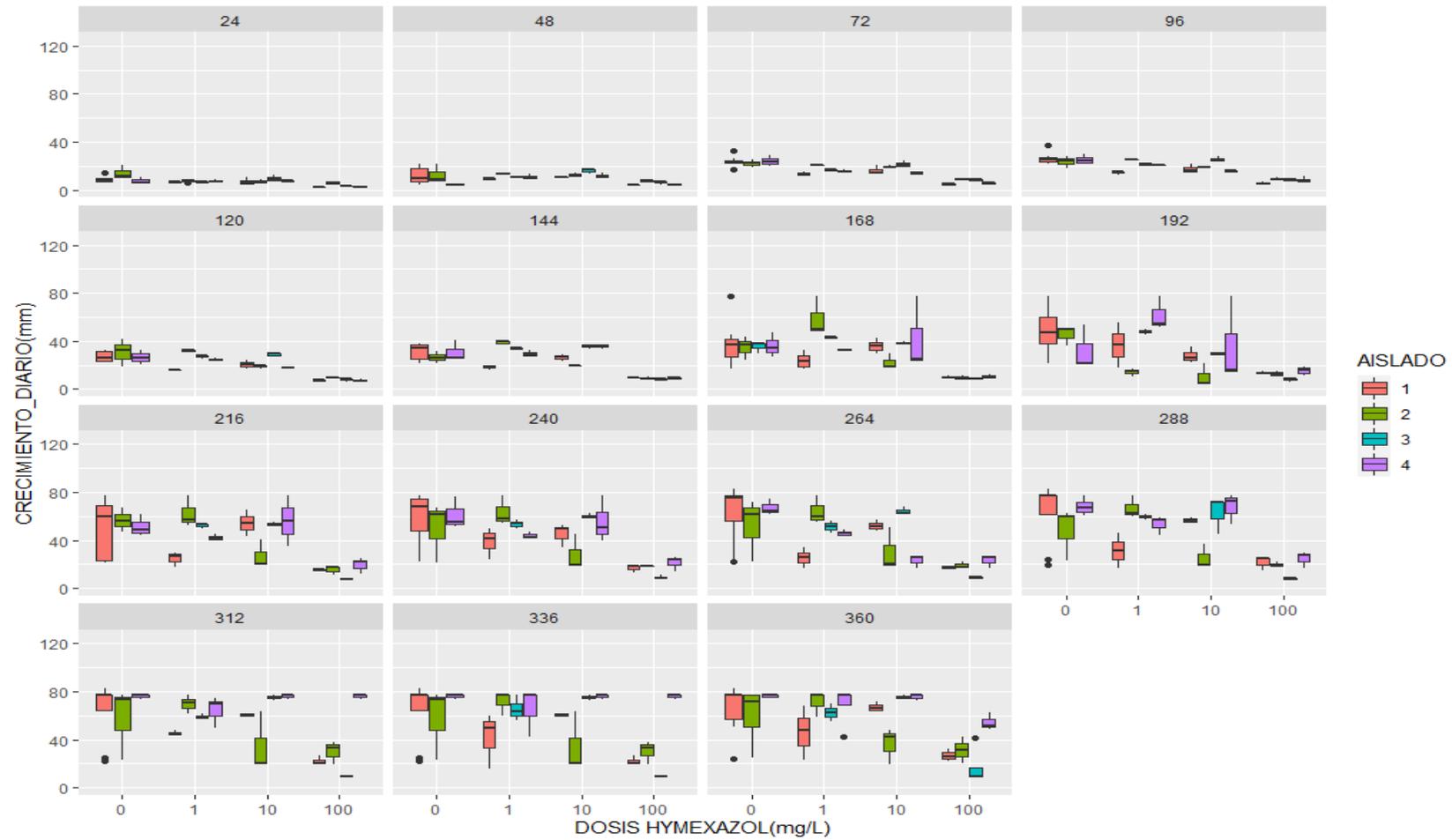


Gráfico 10-3: Crecimiento micelial *in vitro* de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con Hymexazol a diferentes tiempos a partir del inicio del ensayo.

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

B

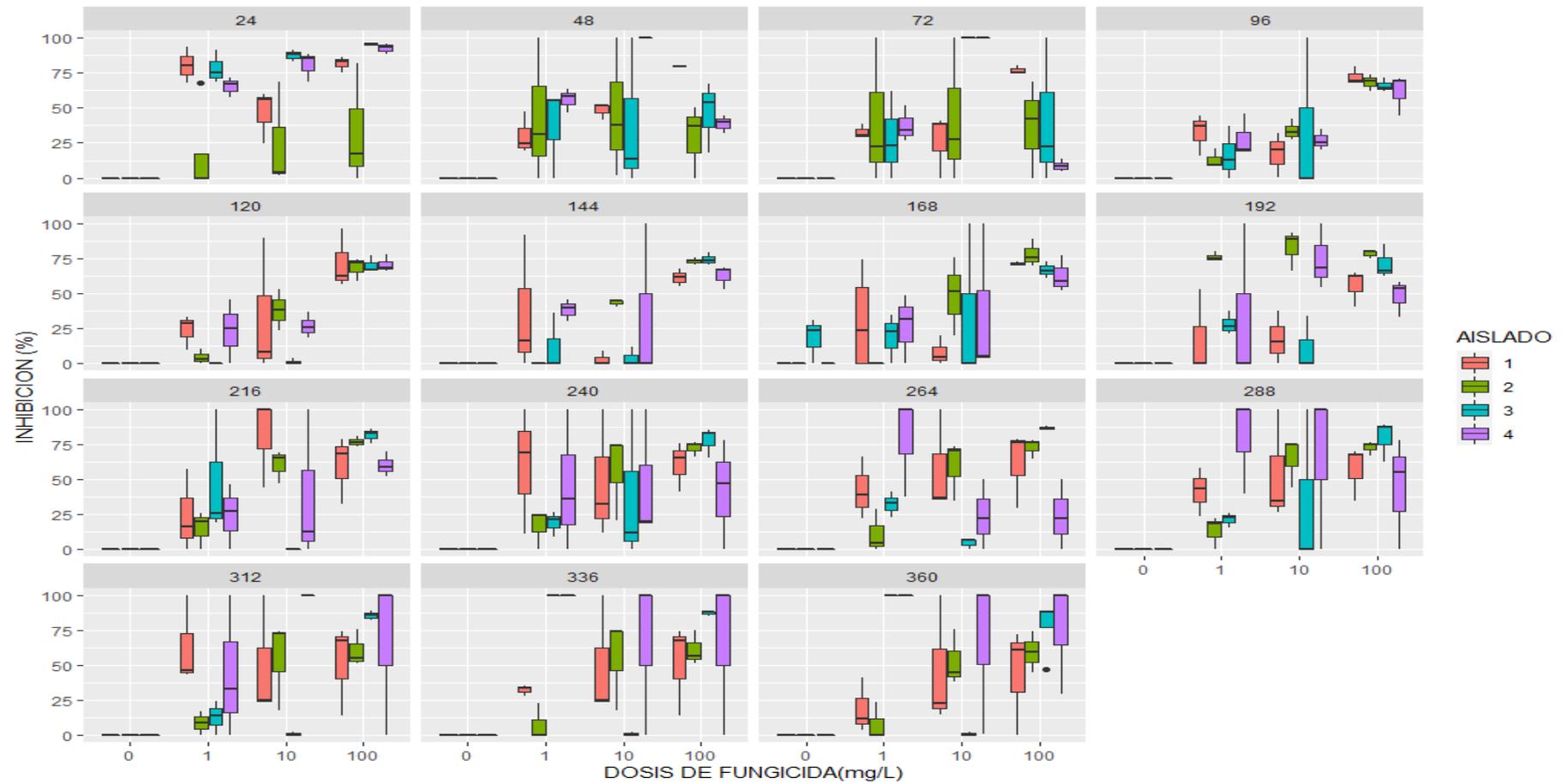


Gráfico 11-3: Inhibición de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con Hymexazol a diferentes tiempos a partir del inicio del ensayo.

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

Con el análisis del gráfico obtenido se comprobó que se produjo un importante crecimiento micelial hasta con la concentración de 10 ppm en todos los aislados. En las primeras 96 h de montado el ensayo se pudo observar que los valores de los aislados son uniformes, a partir de ese tiempo el desarrollo varió en cada uno de ellos indistintamente.

Los datos obtenidos en las distintas horas de la toma de datos mostraron crecimientos cercanos en las dosis suministradas a excepción de 100 ppm que exhibió un ligero decremento en el desarrollo de *Fusarium* spp. a partir de las 216 h se observó que el aislado 2 correspondiente a *Pinus radiata* obtuvo el valor más alto de crecimiento con la concentración 1 ppm, es así como con el tiempo anteriormente mencionado el aislado alcanzó un valor promedio de $62,58 \pm 13,04$ mm mientras que el aislado 4 también correspondiente al mismo hospedero consiguió $42,36 \pm 2,52$ mm (Gráfico 10-3).

Resultó interesante observar que el aislado 4 alcanzó los más altos valores de crecimiento en las concentraciones más altas desde las 288 h hasta el final del ensayo, es así que con la concentración 10 ppm en el tiempo mencionado se logró un crecimiento de $67,81 \pm 12,78$ mm mientras que con la dosis de 100 ppm se obtuvo $25,05 \pm 6,96$ mm (Gráfico 10-3).

Por otra parte, en la inhibición se observó que el aislado 3 correspondiente al hospedero *Pinus patula* obtuvo los valores más bajos de inhibición con la concentración 10 ppm es así como a las 168 h de ensayo se alcanzó un $33,33 \pm 57,73\%$ de inhibición mientras que, en las mismas condiciones, pero con 1 ppm se logró $19,37 \pm 17,76 \%$ (Gráfico 11-3).

3.4.2. Cálculo de la Dosis Efectiva 50 (ED₅₀) según el principio activo Hymexazol

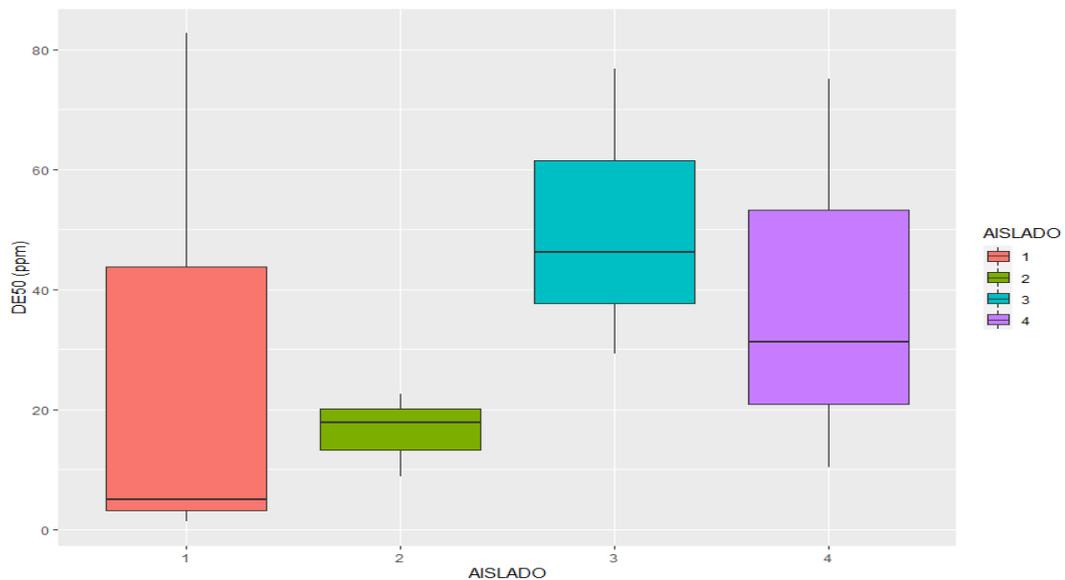


Gráfico 12-3: ED₅₀ para *Fusarium* spp. en medio enmendado con Hymexazol.

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

Para el caso de Hymexazol el primer aislado obtuvo el menor valor en cuanto a la ED₅₀ (Dosis efectiva 50) alcanzando un 29,65 ± 45,94 mg/L a diferencia del aislado 3 con el hospedero *Pinus patula* el cual obtuvo un valor de 50,72 ± 24,05 mg/L.

La concentración de la Dosis Efectiva 50 (ED₅₀) para el caso del principio activo hymexazol presentó valores superiores a comparación de los ensayos anteriores por lo que se consideró un efecto inhibitorio menor ante Fludioxonil y Tiabendazol.

Tabla 12-3: Análisis de varianza ED₅₀ en medio PDA enmendado con Hymexazol

	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PR(>F)
Tratamiento	3	1900,81	633,60	0,66	0,59
Error	8	7663,60	957,91		
Total	11	9564,15			

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

El análisis de varianza no mostró efecto del aislado ($P > 0,05$) en la ED₅₀ del principio activo Hymexazol (Tabla 18-3). La mayor ED₅₀ correspondió al aislado 3 con una ED₅₀ promedio de 5072 ± 24,05 mg/L, mientras que la menor ED₅₀ correspondió al aislado 1 con un valor de 29,65 ± 45,94 mg/L (Gráfico 12-3).

3.4.3. Dosis efectiva 50 (ED₅₀) del principio activo Hymexazol sobre *Fusarium* spp.

Tabla 13-3: Dosis Efectiva 50 (ED₅₀) de Hymexazol sobre *Fusarium* spp.

Aislado	Promedio (mg/L)	Desviación estándar	Escala de ED₅₀	Sensibilidad del hongo
1er aislado	29,644	45,943	> 50	Resistente
2do aislado	16,373	6,987	> 50	Resistente
3er aislado	50,724	24,057	> 50	Resistente
4to aislado	38,923	33,065	> 50	Resistente

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

3.5. Tasa de crecimiento micelial *in vitro* de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con Azoxystrobin

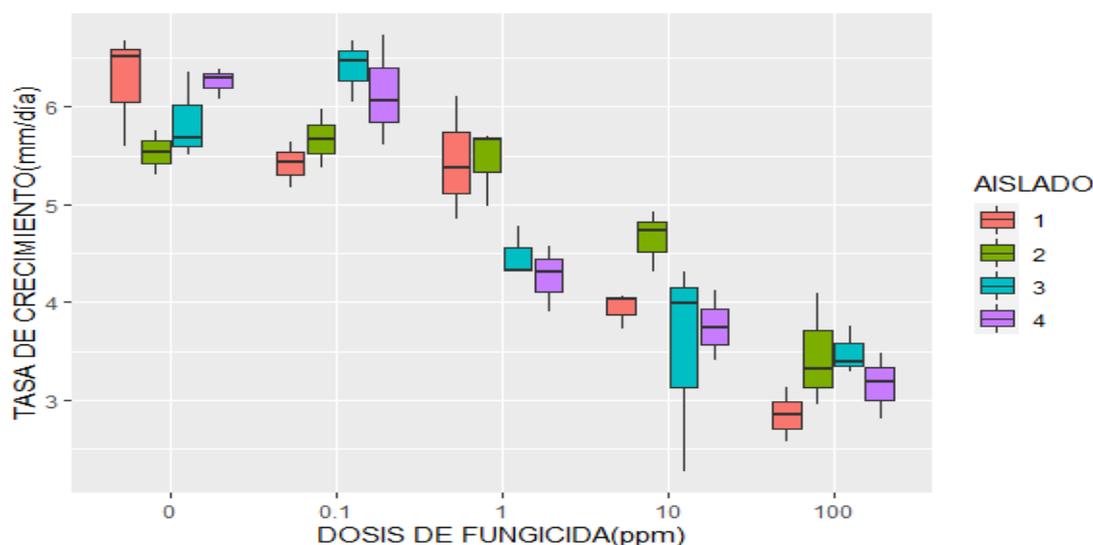


Gráfico 13-3: Crecimiento micelial *in vitro* de *Fusarium* spp. en medio enmendado con Azoxystrobin.

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

En comparación con los productos de los ensayos anteriores se observó que el crecimiento micelial de *Fusarium* spp. con el uso de Azoxystrobin no afectó considerablemente el desarrollo, puesto a que se presentó un crecimiento notorio en todas las concentraciones utilizadas.

Con la concentración 0 ppm el aislado 1 perteneciente al hospedero *Pinus radiata* obtuvo un crecimiento micelial superior en comparación a las otras variables en estudio con un promedio de $42,51 \pm 23,90$ mm.

Para la dosis 0.1 ppm se comprobó que el aislado 3 *Pinus patula* correspondiente al hospedero anterior consiguió el valor más alto con $43,46 \pm 20,23$ mm, mostrando una tendencia de menor crecimiento para las concentraciones mayores, siendo el aislado 4 correspondiente a *Pinus patula* el que presentó menores crecimientos en las dosis 1, 10 y 100 ppm respectivamente, caso contrario el aislado 2 correspondiente a *Pinus radiata* adquirió mayores crecimientos en las dosis anteriormente mencionadas.

Tomando como referencia la última dosis se encontró que el aislado 2 creció $29,24 \pm 19,53$ mm mientras que el aislado 4 logró un crecimiento de $27,39 \pm 17,73$ mm respectivamente (Anexo F).

Tabla 14-3: Análisis de varianza de crecimiento micelial de *Fusarium* spp. con el principio activo Azoxystrobin

	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	PR(>F)
Hospedero	1	0,07	0,07	0,08	0,76
Aislado	2	0,43	0,22	0,26	0,76
Dosis	1	42,52	42,07	51,90	2,33x10 ⁻⁸ ***
Hospedero: Dosis	1	0,05	0,05	0,06	0,80
Aislado: Dosis	2	0,79	0,40	0,48	0,61
Error	52	42,60	0,82		

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

Códigos de significancias: 0 ‘***’ 0,001 ‘**’ 0,01 ‘*’ 0,05 ‘.’ 0,1 ‘.’ 1

Los factores hospedero y aislado no presentaron diferencias estadísticamente significativas, para el caso del factor dosis se pudo determinar evidencias significativas en el ensayo debido a que alcanzó $2,33 \times 10^{-8}$ por lo que $P < 0,05$. No se encontró efecto significativo en la interacción triple ni en las interacciones dobles (Tabla 20-3).

Tabla 15-3: Prueba de Tuckey al 5% para el crecimiento micelial de aislados de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con diferentes dosis de Azoxystrobin.

DOSIS(ppm)	TASA DE CRECIMIENTO (mm/día)	GRUPOS
0	5,97	a*
0,1	5,91	ab
1	4,90	bc
10	3,96	cd
100	3,23	d

*Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

Se observó datos estadísticamente diferentes en cada una de las dosis en estudio (Tabla 21-3) en donde la mayor tasa de crecimiento en comparación al control fue 0,1 ppm con 5,91 mm/día mientras que la dosis testigo alcanzó 5,97 mm/día, la concentración 100 ppm logró un promedio de 3,23 mm/día además que la concentración 10 ppm fue estadísticamente similar ya que su tasa de crecimiento también fue baja con Azoxystrobin como principio activo.

3.5.1. Crecimiento micelial in vitro (A) inhibición (B) de Fusarium spp. en medio PDA enmendado con Azoxistrobin

A

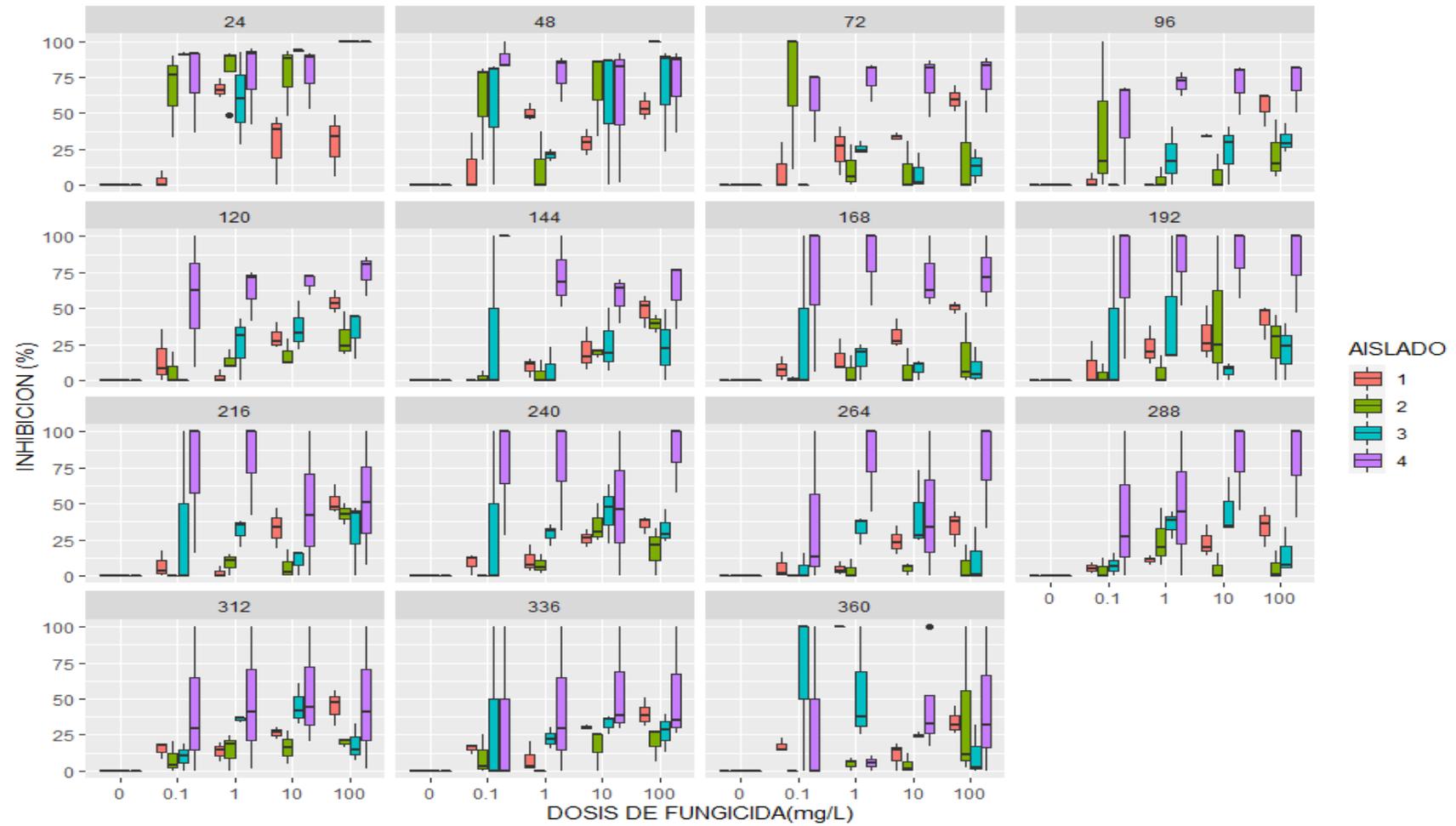


Gráfico 14-3: Crecimiento micelial *in vitro* de *Fusarium* spp. en medios enmendado con Azoxystrobin en diferentes tiempos a partir del inicio del ensayo

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

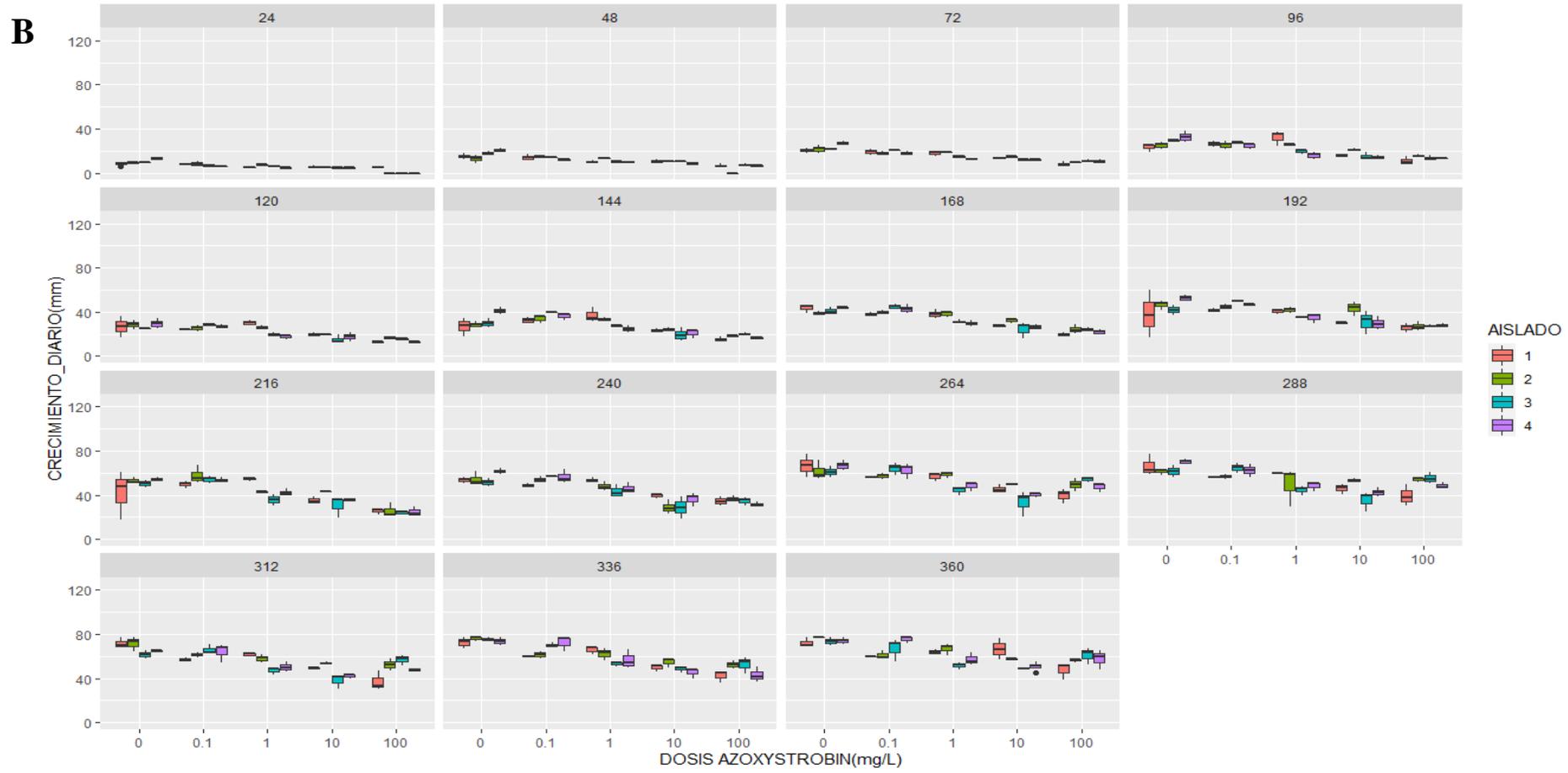


Gráfico 15-3: Inhibición de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con Azoxystrobin en diferentes tiempos a partir del inicio del ensayo

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

Azoxystrobin no generó mayores diferencias durante las primeras 96 h del inicio del ensayo según el gráfico analizado en el caso de todas las concentraciones utilizadas. Con 144 h se encontró que la concentración 10 y 100 ppm mostró valores de crecimiento similares en los aislados siendo el tercer aislado en el caso de la concentración 10 ppm y el tercero en la concentración 100 ppm los que alcanzaron valores altos en cuanto al crecimiento micelial de *Fusarium* spp. con $24,41 \pm 1,88$ mm en 10 ppm y $24,36 \pm 1,71$ con 100 ppm respectivamente(Gráfico 14-3).

A las 288 h el aislado 2 a una concentración de 1 ppm mostró un crecimiento de $50,05 \pm 17,35$ mm resultando muy semejante al control con iguales condiciones obteniendo un valor de $61,28 \pm 2,67$ mm. Poniendo en consideración estos resultados puestos a que no se presentan diferencias significativas (Gráfico 14-3).

Analizando el gráfico de inhibición se determinó que en todos los casos el aislado 4 correspondiente al hospedero *Pinus patula* presentó mayor efecto inhibitorio con el uso de azoxystrobin como principio activo, pero se presentó mayor crecimiento a comparación de los productos ya estudiados.

El aislado 3 por otra parte, alcanzó efecto inhibitorio considerable ya que solo fue superado por el aislado anteriormente mencionado, se observó que en la concentración 1 ppm para el primer caso fue inhibido $31,84 \pm 9,87$ % mientras que con el aislado 4 fue inhibido $80,16 \pm 33,36$ %.

3.5.2. Cálculo de la Dosis efectiva 50 (ED₅₀) según el principio activo Azoxystrobin

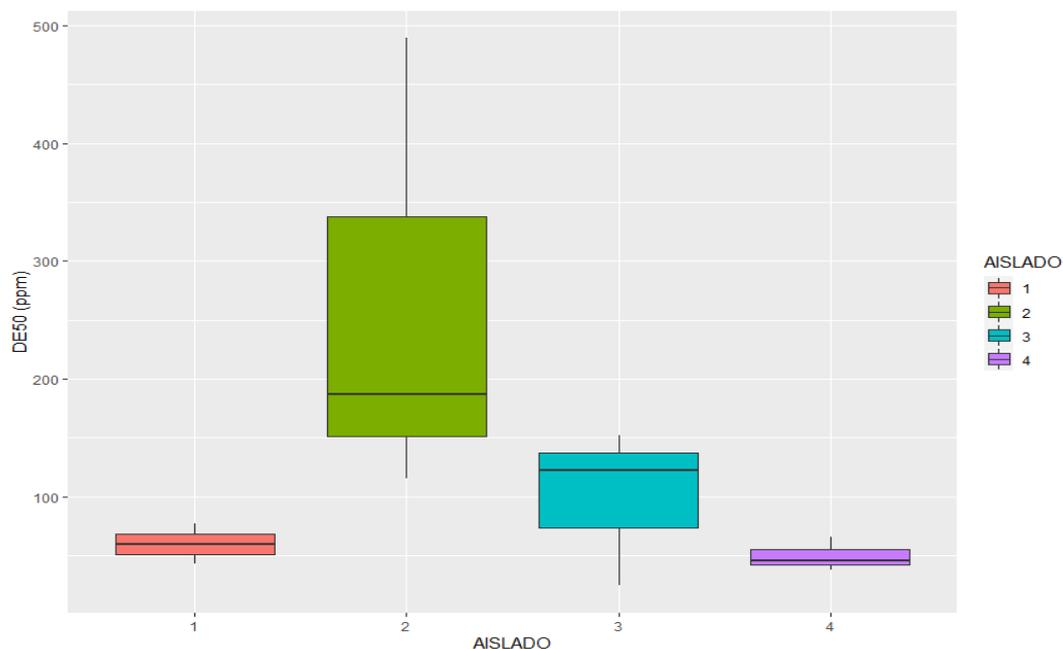


Gráfico 16-3:ED₅₀ para *Fusarium* spp. en medio enmendado con Azoxystrobin.

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

Se notó valores altos como resultado de la ED₅₀ para el caso de Azoxystrobin. El aislado 2 referente al hospedero *Pinus radiata* logró el máximo promedio para este caso con un valor de 263,80 ± 198,32 mg/L se observó también que los valores de este aislado en cuestión en algunos casos superaron los 300 ppm. Mientras que para el caso del aislado 4 con *Pinus patula* se obtuvo 49,76 ± 14,41 mg/L por lo que el efecto inhibitorio para este caso se consideró menor.

Tabla 16-3: Análisis de varianza de la ED₅₀ con el principio activo Azoxystrobin

	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PR(>F)
Tratamiento	3	88888	29629	2,77	0,11
Error	8	88586	11073		
Total	11	177454			

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

El análisis de varianza no mostró efecto del aislado ($P > 0,05$) en la ED₅₀ del principio activo azoxystrobin (Tabla 22-3), en donde la mayor ED₅₀ fue dada por el segundo aislado con un promedio de 263,80 ± 198,32 mg/L mientras que la menor ED₅₀ estuvo dada por el aislado 4 que alcanzó un promedio de 49,76 ± 14,41 mg/L.

3.5.3. Dosis Efectiva 50 (ED₅₀) del principio activo Azoxystrobin sobre *Fusarium* spp.

Tabla 17-3: Dosis Efectiva 50 (ED₅₀) de Azoxystrobin sobre *Fusarium* spp.

Aislado	Promedio (mg/L)	Desviación estándar	Escala de ED₅₀	Sensibilidad del hongo
1er aislado	59,816	16,990	> 50	Resistente
2do aislado	263,801	198,325	> 50	Resistente
3er aislado	99,810	66,872	> 50	Resistente
4to aislado	49,768	14,141	> 50	Resistente

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

3.6. Tasa de crecimiento micelial *in vitro* de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con Fluazinam

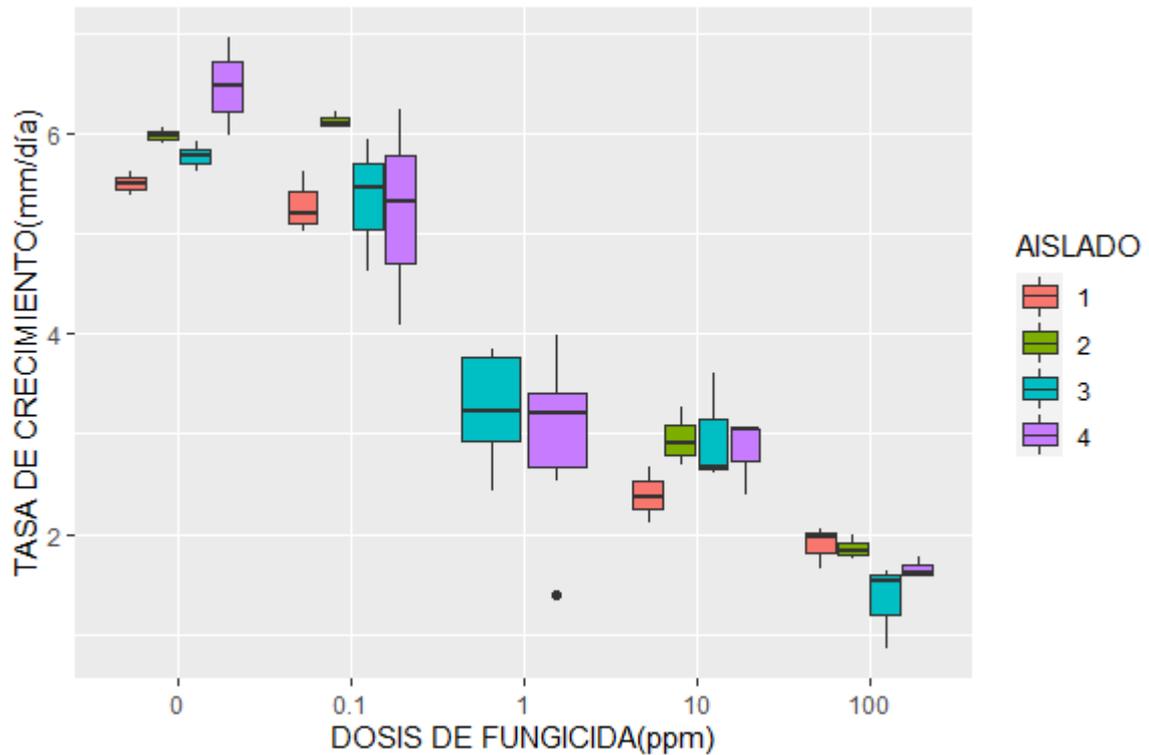


Gráfico 17-3: Crecimiento micelial *in vitro* de *Fusarium* spp. En medio PDA enmendado con Fluazinam.

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

Con el análisis del mencionado principio activo en estudio se determinó que las concentraciones mayores generaron un menor desarrollo en cada uno de los aislados en estudio, siendo así que en el control y con el análisis del aislado 4 se observó una tasa de crecimiento promedio de $6,47 \pm 0,68$ mm/día siendo relativamente superior a los demás aislados en estudio, esta tendencia se repite hasta la concentración de 10 ppm obteniendo un valor de $2,83 \pm 0,37$ mm/día, siendo también un valor superior en comparación de las diferentes variables.

Los aislados presentaron crecimientos parecidos a medida que las concentraciones aumentaron, es así como en la dosis 0 y 0,1 ppm se mostraron datos alejados en cada uno de los aislados mientras que con el aumento de la concentración el crecimiento se fue asemejando en cada uno de los casos en estudio.

Para el caso de la concentración de 100 ppm se visualizó que el aislado 3 correspondiente al hospedero *Pinus patula* alcanzó el menor valor en cuanto a la tasa de crecimiento con un promedio de $1,34 \pm 0,42$ mm/día.

Tabla 18-3: Análisis de varianza de crecimiento micelial de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con Fluazinam.

	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	PR(>F)
Hospedero	1	0,43	0,43	0,25	0,61
Aislado	2	2,09	1,04	0,60	0,54
Dosis	1	71,47	71,47	41,71	4,97x10 ⁻⁸ ***
Hospedero: Dosis	1	0,03	0,03	0,01	0,89
Aislado Dosis	2	1,02	0,51	0,29	0,74
Error	48	82,24	1,71		

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

Códigos de significancias: 0 ‘***’ 0,001 ‘**’ 0,01 ‘*’ 0,05 ‘.’ 0,1 ‘ ’ 1

Ninguna interacción presentó evidencias significativas para el caso del ensayo con el mencionado principio activo. El factor dosis presentó un valor de 4,97x10⁻⁸ por lo que este resultado se determinó que existen diferencias significativas siendo ($P<0,05$) (Tabla 24-3).

Tabla 19-3: Prueba de Tuckey al 5% para el crecimiento micelial de aislados de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con diferentes dosis de Fluazinam.

DOSIS (ppm)	TASA DE CRECIMIENTO(mm/día)	GRUPOS
0	5,93	a*
0,1	5,49	a
1	3,10	b
10	2,78	b
100	1,68	b

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

Se observó que las concentraciones 1,10 y 100 ppm son significativas estadísticamente ya que presentaron las menores tasas de crecimiento micelial, en donde la mayor tasa de crecimiento micelial fue para la concentración 0,1 ppm con un promedio de 5,49 mm/día tomando en cuenta que el control alcanzó una tasa de crecimiento de 5,93 mm/día, mientras que el valor más bajo está dado por la concentración 100 ppm la cual alcanzó 1,68 mm/día de promedio (Tabla 25-3).

3.6.1. Crecimiento micelial in vitro (A) inhibición (B) de Fusarium spp. en medios enmendados con Fluazinam

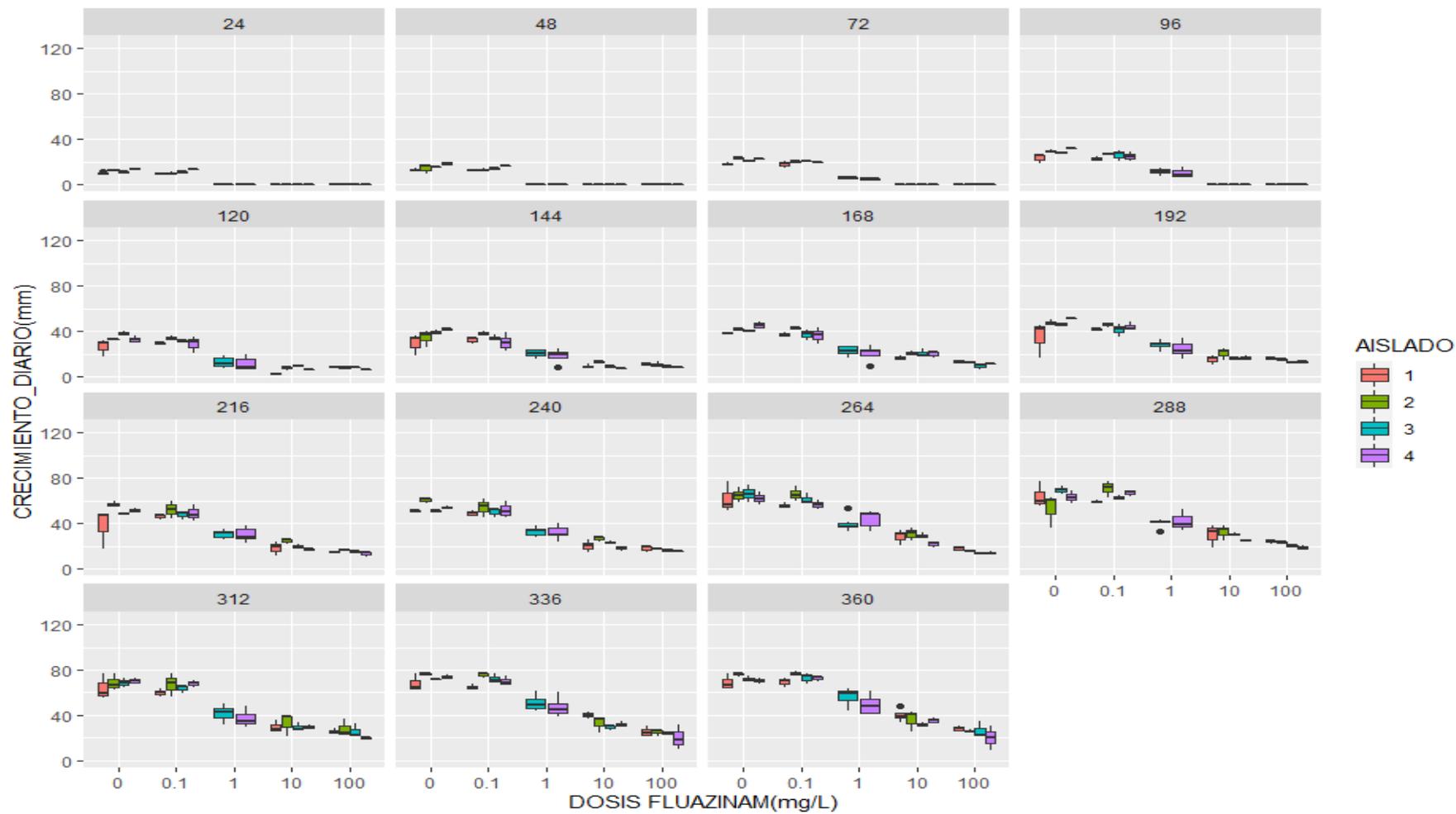
A

Gráfico 18-3: Crecimiento micelial *in vitro* de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con Fluazinam en diferentes tiempos a partir del inicio del ensayo.

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

B

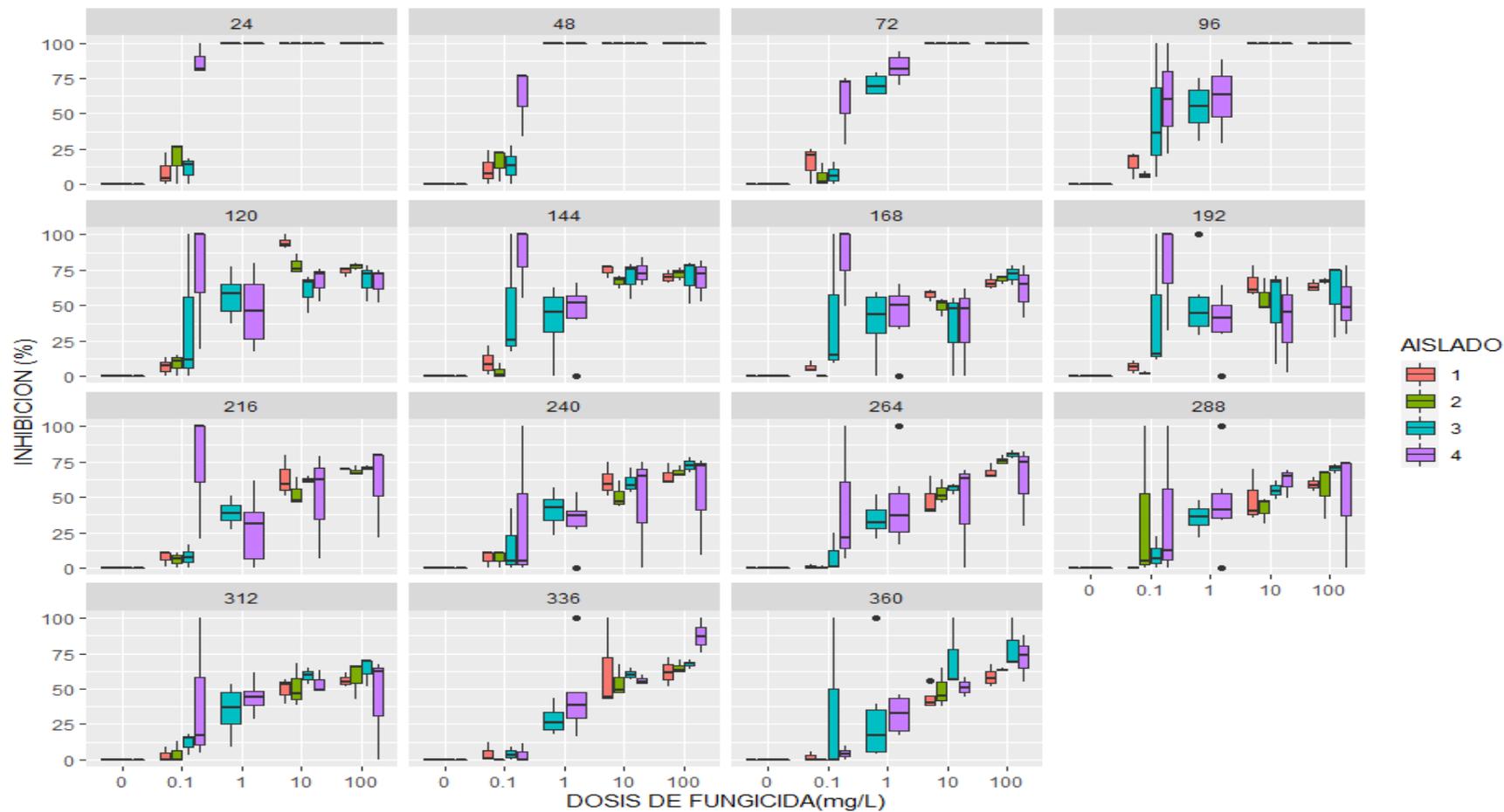


Gráfico 19-3: Inhibición de *Fusarium* spp. en medio PDA enmendado con Fluzinam a partir del inicio del ensayo

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

Mediante el análisis y la interpretación de las gráficas realizadas se determinó menores crecimientos en las horas próximas al final del ensayo de manera que las concentraciones también iban en aumento, sin embargo; se observó que en las concentraciones mayores el crecimiento empezó a presentarse de manera notoria a partir de las 120 h de ensayo.

Para la concentración 10 ppm el aislado 1 mostró un crecimiento de $1,55 \pm 1,92$ mm mientras que el tercer aislado $10,01 \pm 0,59$ mm. Respectivamente mientras que con la concentración de 100 ppm los 3 aislados mostraron un crecimiento a la par de $8,1 \pm 0,55$ mm siendo el aislado 4 el que presentó menor crecimiento micelial de *Fusarium* spp. con un valor de $6,48 \pm 0,58$ mm (Gráfico 18-3). Con la concentración 0,1 ppm se alcanzaron valores similares a la dosis control (0 ppm) analizando en el tiempo medio del ensayo, es decir, las 168 h con la dosis propuesta, se analizó el segundo aislado correspondiente a *Pinus patula* el cual alcanzó un valor de $42,95 \pm 0,63$ mm. Mientras que tomando en cuenta las mismas condiciones en el control se alcanzó $41,85 \pm 0,77$ mm (Gráfico 18-3).

Por lo tanto, el porcentaje de inhibición con el uso de Fluazinam fue ascendente a medida que las concentraciones aumentaron siendo la dosis 0,1 ppm la menor obtenida en todos los tiempos analizados (Gráfico 19-3).

3.6.2. Cálculo de la Dosis efectiva 50 (ED_{50}) según el principio activo Fluazinam

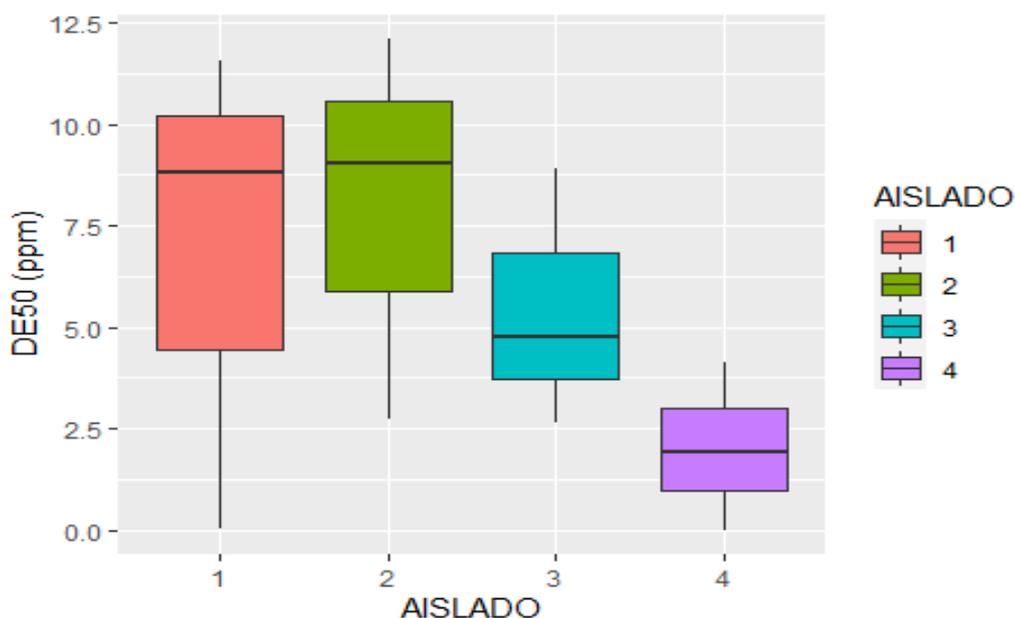


Gráfico 20-3: ED_{50} para *Fusarium* spp. en medio enmendado con Fluazinam.

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

Se pudo observar que el aislado 2 correspondiente al hospedero *Pinus radiata* obtiene el mayor valor en cuanto a la ED_{50} con $7,95 \pm 4,77$ mg/L. seguido del aislado uno con $6,80 \pm 6,01$ mg/L

posterior a este se encuentra el tercer aislado con $5,43 \pm 3,17$ ppm y en último lugar se observa al aislado 4 con $2,01 \pm 2,05$ ppm (Gráfico 20-3).

Tabla 20-3: Análisis de varianza para la ED₅₀ en medio PDA enmendado con Fluazinam.

	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PR(>F)
Tratamiento	3	59,60	19,86	1,08	0,40
Error	8	146,66	18,32		
Total	11	206,16			

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

El análisis de varianza no mostró efecto del aislado ($P > 0,05$) en la ED₅₀ del principio activo Fluazinam (Tabla 26-3), en donde la mayor ED₅₀ para Fluazinam fue con el segundo aislado con un promedio de $95 \pm 4,77$ mg/L; y la menor ED₅₀ con el aislado 4 que alcanzó un promedio de $2,01 \pm 2,0$ mg/L.

3.6.3. Dosis Efectiva 50 (ED₅₀) del principio activo Fluazinam sobre *Fusarium* spp.

Tabla 21-3: Dosis Efectiva 50 (ED₅₀) de Fluazinam sobre *Fusarium* spp

Aislado	Promedio (mg/L)	Desviación estándar	Escala de ED₅₀	Sensibilidad del hongo
1er aislado	6,805	6,015	1 a 10	Moderadamente sensible
2do aislado	7,950	4,772	1 a 10	Moderadamente sensible
3er aislado	5,438	3,177	1 a 10	Moderadamente sensible
4to aislado	2,012	2,058	1 a 10	Moderadamente sensible

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

Una vez analizados los resultados en cuanto a la ED₅₀ se adjunta la tabla con los resultados generados (Anexo E).

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se presentó notorias diferencias en cada uno de los principios activos en estudio y en cada una de las concentraciones utilizadas, el principio activo Fludioxonil mostró el menor crecimiento micelial en concentraciones menores de 0; 0,1 y 1 ppm a comparación de los demás productos utilizados, tomando en cuenta también que existen variaciones mínimas en los hospederos estudiados.

Fludioxonil con la concentración 1 ppm alcanzó crecimiento a la concentración siguiente de 10 ppm en todas las variables en estudio, mientras que la dosis más alta no presentó crecimiento en ninguno de los casos (Gráfico 1-3) lo cual está corroborado con la prueba de Tuckey al 5% para el crecimiento micelial (Tabla 9-3). Demostrando así que todas las concentraciones en estudio generaron un menor crecimiento comparando estos resultados con el testigo en los mismos tiempos. El efecto inhibitorio se mantuvo en tiempos posteriores como se puede observar en el Gráfico 3-3, es así como para las 264 h posteriores del ensayo se alcanzó un 65,91 % en 0,1 ppm; 80,79% en la dosis 1 ppm; 78,94% en la dosis 10 ppm para el aislado 4 de *Fusarium* spp. en todos los casos utilizando Fludioxonil.

Barcos et al. (2011) mencionó en su estudio enfocado a cepas de *Botrytis cinerea* y *Penicillium expansum* que Fludioxonil presentó efecto inhibitorio en un 50% en los hongos anteriormente mencionados, se establece semejanza en el modo de acción ya que Romero y Granados (2018) mencionan que este principio activo actúa como un mecanismo inhibitorio de síntesis de metionina y el control osmótico considerando como una herramienta de control químico ante el ataque de *B. cinerea*.

Tiabendazol presentó efecto inhibitorio considerable para el desarrollo de *Fusarium* spp. con las concentraciones más altas de 10 y 100 ppm hasta en fin del ensayo. Para el caso de la concentración 100 ppm se observó el 100% de efectividad en todos los aislados desde el inicio hasta la culminación del experimento, evidenciando lo anteriormente expuesto por Bacab, Alejo, Tun y Ruiz, et al.(2011) quienes mencionan que la efectividad de Tiabendazol en la inhibición micelial alcanza un 100 % con *Fusarium solani*. Mientras que López et al. (2005), en su estudio observó también efectividad del 100% en efecto inhibitorio para el caso de *Fusarium oxysporum*, aunque es importante destacar que para los dos casos anteriores se utiliza concentraciones de 600 ppm.

Hymexazol por su parte, exhibió efecto inhibitorio con la dosis 100 ppm hasta las 288 h del inicio del experimento, a partir de ese tiempo se observó un crecimiento notable de *Fusarium* spp. en los aislados en estudio.

Las concentraciones menores presentaron desarrollo semejante con la dosis control excepto el aislado 3 correspondiente a *Pinus patula* con la concentración 10 ppm, la cual mostró valores bajos en el crecimiento micelial en comparación a los demás en estudio (Gráfico 10-3), obteniendo resultados parecidos a lo expuesto por Mata et al. (2018) que mencionó el crecimiento lento con el tiempo de *Fusarium oxysporum* ante la presencia de Hymexazol.

Las dosis empleadas en cada uno de los casos con Fluazinam generaron efecto inhibitorio de *Fusarium* spp. reducido aun en concentraciones 10 y 100 ppm. Con el primer aislado correspondiente a *Pinus radiata* se presentó el menor crecimiento en todos los tiempos en observación con el testigo y 0,1 ppm, es así como a las 168 h de ensayo el control alcanzó 38,52 mm; mientras que a las mismas condiciones con 0,1 ppm se observó un crecimiento de 37,01 mm. Comparando la misma variable en la última revisión, el control alcanzó 69,14 mm y la primera dosis alcanzó 69,64 mm utilizando Fluazinam como principio activo. Utilizando el mismo producto se observó que el aislado 4 presentó el menor crecimiento en todos los casos a partir de las 264 h del ensayo con todas las concentraciones en análisis. Tomando en cuenta los datos a las 360 h en estudio se pudo determinar que el efecto inhibitorio para cada concentración en ese aislado fue 4,48% en la concentración 0,1 ppm; 32,06% con la concentración 1 ppm; 51,42% con la dosis 10 ppm y finalmente 72.14% en la concentración 100 ppm (Gráfico 19-3). A partir de estos resultados se pudo determinar que Fluazinam generó un desarrollo menor del hongo considerable, este resultado es comparable con otro estudio el cual menciona que Fluazinam obtiene porcentajes de control para *Fusarium oxysporum* en forma preventiva por lo que se toma en cuenta la aplicación de este principio activo como alternativa para el manejo de este fitopatógeno. (González, 1998).

Ubeda (1995) señala que este producto puede ser aplicado de manera protectora y erradicativa logrando porcentajes de control considerables, en su estudio también se menciona que no se detectó diferencias significativas entre las dosis de Fluazinam por lo que se plantea que el producto controla el hongo hasta en concentraciones bajas. Mientras que Tapia et al. (2020) en su trabajo de sensibilidad *in vitro* de *Trichoderma* spp. a fungicidas reportó que ningún aislado de *Trichoderma* spp. fue sensible ante Fluazinam utilizando dosis de 0,25 mL ya que se observó efecto inhibitorio mínimo, por ende, se considera a *Trichoderma* spp. un hongo resistente ante este principio activo.

Azoxystrobin presentó el menor efecto inhibitorio en comparación a todos los productos utilizados en este ensayo puesto a que en todas las concentraciones no se generó un efecto inhibitorio considerable. Con las concentraciones superiores de 10 y 100 ppm de este principio activo se presentó un mayor efecto inhibitorio ante *Fusarium* spp. pero como se menciona anteriormente son relativamente bajas en relación con las demás en estudio, para este caso se

analizó la dosis 100 ppm a las 360 h de ensayo con el aislado 4 alcanzando 57,59 mm de crecimiento micelial (Gráfico 15-3), mientras que con los mismos parámetros con Fluazinam como principio activo el crecimiento promedio fue de 20,21 mm determinando así que Azoxystrobin resultó ser un principio activo antieconómico y a su vez un potencial contaminante del entorno. Este estudio concuerda con lo encontrado por Herrera, Bacab, Alejo, Tun y Ruiz, et al., (2011), Félix y Gálvez (2002) quienes observaron un mínimo efecto inhibitorio de Azoxystrobin con dosis del ingrediente activo en un rango de 0-10 ppm. contra *A. alternata* en el desarrollo micelial *in vitro*. Cordero, Nieto, Soriano (2010) establecen relación entre *A. alternata* y *Fusarium* spp. siendo responsables de la pudrición y necrosis en diferentes especies vegetales.

Al respecto Andrade y Mata (2018) recomendaron el uso de Azoxystrobin para el control *in vitro* *Fusarium oxysporum* por lo que este estudio discrepa del autor debido a la baja efectividad *in vitro* presentada en el trabajo.

El cálculo de la Dosis Efectiva 50 (ED₅₀) en cada uno de los productos en análisis corrobora con los resultados del estudio, Fludioxonil con dosis más bajas generó mayor efecto inhibitorio en cepas de *Fusarium* spp. en todos los aislados en estudio (Gráfico 4-3), mientras que el principio activo con mayor dosis utilizada para generar efecto inhibitorio fue Azoxystrobin el cual alcanzó mayor efecto inhibitorio para el caso del segundo aislado de *Fusarium* spp. (Gráfico 20-3)(Anexo E).

CONCLUSIONES

- Según la escala de sensibilidad de Edgington *Fusarium* spp. resultó muy sensible ante Fludioxonil como principio activo, el mismo que genero mayor efecto inhibitorio en el crecimiento micelial con la concentración 1 ppm.
- La menor ED₅₀ obtenida fue para el principio activo Fludioxonil con un promedio de 0,013 mg/L con el aislado 4 de *Fusarium* spp. perteneciente al hospedero de *Pinus patula*, mientras que la mayor ED₅₀ obtenida fue para el principio activo Azoxystrobin el cual según la escala de clasificación de Edgington alcanzó la denominación de resistente, con un promedio 263,80 mg/L con el aislado 2 de *Fusarium* spp. perteneciente al hospedero *Pinus radiata*.

RECOMENDACIONES

- Realizar otros estudios de sensibilidad con diferentes principios activos de los utilizados en este estudio para el control de diferentes hongos fitopatógenos en especies forestales.
- Utilizar en vivero para control de *Fusarium* spp. el principio activo Fludioxonil ya que es el que presentó menor ED₅₀.

GLOSARIO

Tasa de crecimiento micelial: Determinado por las condiciones ambientales como fuente de nutrientes, temperatura y humedad. Si las condiciones ambientales son correctas, las esporas que se han adherido a las superficies germinarán, extenderán y los micelios comenzarán a crecer. (Suconel, 2013, párr.14)

Concentración: Se expresa en términos de tanto por ciento masas de soluto, o sea, el peso de soluto por 100 unidades de masa de solución. La unidad empleada con mayor frecuencia es el gramo. (Universidad Finis terrae, 2016, p.32)

Conidias: Corresponden a la forma más común que tienen los hongos de reproducirse. Estas se desarrollan hacia fuera de la hifa, siendo producidas en estructuras externas, por lo que se les considera como exosporas. La estructura donde se originan las conidias corresponde a una hifa que se diferencia específicamente para tal función y se denomina genéricamente conidióforo. (PAGE, 2021,párr. 6)

Material Vegetativo: Denominación que comprende las semillas, plantas jóvenes, tubérculos y otro tipo de material que contribuya a garantizar la productividad, la diversidad, la salud y la calidad de la agricultura, la horticultura y producción de alimentos. garantizar (Diccionario Panhispánico Del Español Jurídico, párr. 2)

Descomposición Enzimática: Resultado de la degradación de compuestos orgánicos de forma inorgánica y material mediante enzimas que entran en las vías metabólicas normales de cada organismo. (Centro científico tecnologico Mendoza, 1994, párr.3)

Diseminación: La diseminación es la acción y el efecto de diseminar, verbo que significa sembrar, esparcir la semilla. (Ramirez, 2011, p.111)

Dosis efectiva 50 (ED₅₀): Dosis que produce los efectos deseados o terapéuticos en el 50% de la población en estudio. (Universidad de Ciencias Médicas de la Habana, 2017, p.3)

Edáfico: Pertenciente o relativo al suelo; resultante de o influido por factores del suelo o de otros substratos en lugar de por factores climáticos. Una necesidad edáfica del cultivo en lo que respecta a un estado o serie de estados del entorno del suelo. (FAO, 2009, párr. 1)

Efecto inhibitorio: Capacidad para inhibir o controlar las respuestas impulsivas (o automáticas). (Cognifit, 2021,párr.1)

Esporulación: Mecanismo de reproducción asexual a través de esporas y endosporas. Este tipo de reproducción es usual en hongos, plantas y diversos géneros de bacterias y microorganismos. Puede ser parte de su ciclo natural reproductivo, o una alternativa para enfrentar situaciones ambientales adversas, como falta de nutrientes o de luz solar. (Etecé, 2020, párr.1)

FRAC: Comité de acción de resistencia a fungicidas. (Cámara de Sanidad Agropecuaria y fertilizantes, 2015, párr. 1)

Germoplasma: Conjunto de los genes que, mediante células reproductoras o gametos, son transmitidos a los descendientes a través de la reproducción. (Pérez, y otros, 2018, párr. 1)

Hospedero: Organismo que alberga a otro en su interior o que lo porta sobre sí, ya sea en una simbiosis de parasitismo, comensalismo o mutualismo. (Durán, 2014, párr.1)

Interacción: Interacción es un vocablo que describe una acción que se desarrolla de modo recíproco entre dos o más organismos, objetos, agentes, unidades, sistemas, fuerzas o funciones. (Pérez, 2021, párr.1)

Modo De Acción: Se refiere al proceso celular específico que inhibe cada fungicida en particular. Dentro de cada modo de acción hay sitios de acción específicos, que son las enzimas específicas del proceso celular a las que se unen los fungicidas. El enfoque de la clasificación se basa en el riesgo de resistencia y en los patrones de resistencia cruzada. El objetivo de la clasificación Mda es asegurarse de que los usuarios de fungicidas están al tanto de los grupos de Mda y tienen una base sólida sobre la que llevar a cabo un manejo de la resistencia sostenible, a través del uso efectivo de mezclas, secuencias y alternancia de fungicidas con diferentes modos de acción. (Syngenta, 2019, p.4)

Napas Freáticas: Superficie que toma los puntos donde la presión del agua y la presión atmosférica son iguales. (Geotecnia, 2018, párr.2)

Patógenos: Agentes infecciosos que pueden provocar enfermedades a su huésped. Este término se emplea normalmente para describir microorganismos como los virus, bacterias y hongos, entre otros. Estos agentes pueden perturbar la fisiología normal de plantas, animales y humano. (Herbario de la Universidad Pública de Navarra, 1997, párr.1)

Platabanda: Lugar donde se depositan las semillas/plántulas/ material vegetativo, brinzales para su germinación o enraizado. (Congope, 2014, p.6)

Principio activo: Toda materia, cualquiera que sea su origen a la que se atribuye una actividad apropiada para constituir un medicamento. (Engenerico, 2013, p.2)

Rubro Forestal: Agrupación de empresas, instituciones con intereses en la producción, manejo y aprovechamiento del recurso forestal. (FAO, 1998, p.4)

Sensibilidad: Predicción a través de una prueba *in vitro*, para observar la respuesta del paciente a un determinado principio activo, la evolución de una enfermedad y detectar una resistencia relevante del organismo que está causando este proceso infeccioso. (Westreicher, 2020, p.1)

Zoosporangios: Órgano en forma de bolsa donde se diferencian las zoosporas, aquí se lleva a cabo la meiosis de las células madre de las zoosporas, formando zoosporas haploides (n) que se desarrollaran produciendo un planta, el gametofito.
(Emira Garcés, 2020, párr.2)

BIBLIOGRAFÍA

Ambientech. 2021. Definición de Agente patógeno. Agente patógeno. [En línea] 2021. [Citado el: 13 de 10 de 2021.] Disponible en: <https://ambientech.org/agente-patogeno>.

—. **2020.** Fungal control agents sorted by cross resistance pattern and mode on action (including FRAC code numbering. [En línea] 2020. [Citado el: 19 de 03 de 2021.] Disponible en: https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2020-finalb16c2b2c512362eb9a1eff00004acf5d.pdf?sfvrsn=54f499a_2.

Acosta, Natalia, Murace, Monica y Aprea, Alberto. 2008. Research Gate. DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES EN VIVERO FORESTAL: RESULTADOS PRELIMINARES. [En línea] octubre de 2008. [Citado el: 29 de enero de 2021.] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/242618995_DIAGNOSTICO_DE_ENFERMEDADES_EN_VIVERO_FORESTAL_RESULTADOS_PRELIMINARES.

Agrios, George. 2005. ScienceDirect. Plant pathology. [En línea] 2005. [Citado el: 23 de 03 de 2021.] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/book/9780120445653/plant-pathology>.

Añazco, Mario, y otros. 2010. Sector Forestal Ecuatoriano: PROGRAMA REGIONAL ECOBONA–INTERCOOPERATION. [En línea] Abril de 2010. [Citado el: 07 de Febrero de 2021.] Disponible en: <http://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/b80b90faa6ba676f2a621f72f8c7a188.pdf>.

Cámara de Sanidad Agropecuaria y fertilizantes. 2015. Casafe. [En línea] 2015. [Citado el: 13 de 10 de 2021.] Disponible en: <https://www.casafe.org/comites-de-accion-de-resistencias/>.

Capeagro. 2018. Protexazol. [En línea] Sf. [Citado el: 14 de 03 de 2021.] Disponible en: <http://capeagro.com/wp-content/uploads/2019/10/PROTEXAZOL-360-SL-FICHA-TECNICA..pdf>.

Centro científico tecnológico Mendoza. 1994. biodegradación de . [En línea] 1994. [Citado el: 14 de 10 de 2021.] Disponible en: <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/HidroBiod.htm>.

Compendium, Invasive Species. 2019. *Pinus radiata*. [En línea] 21 de 11 de 2019. [Citado el: 9 de 09 de 2021.] Disponible en: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/41699>.

Conafor. 2003. *Pinus radiata*. [En línea] sf. [Citado el: 8 de Febrero de 2021.] Disponible en: <http://www.geocities.com/~earlecj/cu/cup/>.

Cognifit. 2021. Inhibición. [En línea] 2021. [Citado el: 23 de 05 de 2021.] Disponible en: <https://www.cognifit.com/es/habilidad-cognitiva/inhibicion>.

Croplife. 2017. Manejo de fungicidas. [En línea] 06 de 07 de 2017. [Citado el: 17 de 03 de 2021.] Disponible en: https://www.croplifela.org/images/ES/PDF_ES/Manejo-de-la-Resistencia.pdf.

Congope. 2014. Guía Técnica de Manejo de Viveros Forestales. [En línea] 08 de 2014. [Citado el: 13 de 10 de 2021.] Disponible en: <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/10/Manejo-de-Viveros-Forestales.pdf>.

Diccionario Panhispánico del Español Jurídico. material vegetal de reproducción o multiplicación. [En línea] [Citado el: 13 de 10 de 2021.] Disponible en: <https://dpej.rae.es/lema/material-vegetal-de-reproducci%C3%B3n-o-multiplicaci%C3%B3n>.

Durán, Mariana. 2014. Portal para la divulgación de la microbiología. [En línea] 2 de 2 de 2014. [Citado el: 13 de 10 de 2021.] Disponible en: <https://www.javeriana.edu.co/divulgacionmicrobiologia/terminos-a-recordar-huesped-simbiosis-comensalismo-parasitismo-vector-y-reservorio/>

Emira Garcés. 2020. Morfología y clasificación de los Hongos. [En línea] 28 de 05 de 2020. [Citado el: 8 de 10 de 2021.] Disponible en: http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/Facultad_de_Ciencias/Publicaciones/Imagenes/Portadas_Libros/Biologia/Morfologia_y_Clasificacion_de_los_Hongos/Morfologia_y_clasificacion_de_los_hongos_libro.pdf.

Echeverría, Lovato, y otros. 2017. Sensibilidad *in vitro* de diversos principios activos usados como fungicidas para el cultivo de arroz. [En línea] 1 de 2 de 2017. [Citado el: 14 de 10 de 2021.] Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=213050529011>.

Engenerico. 2013. ¿Qué es un principio activo? [En línea] 17 de 05 de 2013. [Citado el: 13 de 10 de 2021.] Disponible en: <https://www.engenerico.com/que-es-un-principio-activo/>.

Etecé. 2020. esporulación. [En línea] 3 de 09 de 2020. [Citado el: 14 de 10 de 2021.] Disponible en: <https://concepto.de/esporulacion/>.

FAO. 1998. LA NUEVA GENERACIÓN DE PROYECTOS FORESTALES Y SU FUNCIÓN EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE. [En línea] 1998. [Citado el: 13 de 10 de 2021.] Disponible en: <https://www.fao.org/3/t1081s/t1081s03.htm>.

FAO. 2009. Boletín agrario. [En línea] 2009. [Citado el: 24 de 9 de 2021.] Disponible en: <https://boletinagrario.com/ap-6,edafico,4719.html>.

Flores, J. 2017. CHANCRO RESINOSO DEL PINO (*Fusarium circinatum*). [En línea] Nexo, 26 de 06 de 2017. [Citado el: 9 de 09 de 2021.] Disponible en: <https://www.lamjol.info/index.php/NEXO/article/view/5170/4838>.

FRAC. 2019. Clasificación de fungicidas y bactericidas según modo de acción. [En línea] enero de 2019. Disponible en: https://fmcagro.es/img/folleto_Clasificaci%C3%B3n%20de%20fungicidas%20y%20bactericidas%20seg%C3%BAn%20el%20modo%20de%20acci%C3%B3n.pdf.

Fraire Cordero, Maria de Lourdes, Nieto Ángel, Daniel y Cárdenas Soriano, Elizabeth. 200. *Alternaria tenuissima*, *A. alternata* y *Fusarium oxysporum* Hongos causantes de la pudrición del Florete del brócoli. [En línea] 200. [Citado el: 11 de 09 de 2021.] Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmfi/v28n1/v28n1a3.pdf>.

Fungicide Resistance Action Committee. 2019. Clasificación de fungicidas y bactericidas según modo de acción. [En línea] 1 de 2019. [Citado el: 9 de 9 de 2021.] Disponible en: <https://www.syngenta.es/sites/g/files/zhg516/f/2019/04/clasificacion-fungicidas-bactericidas-segun-modo-accion.pdf>.

GEOTECNIA. 2018. Geotecnia fácil. Nivel freático. [En línea] 2018. [Citado el: 13 de 10 de 2021.] Disponible en: <https://geotecniafacil.com/que-es-el-nivel-freatico-definicion-piezometrico/>.

Gobierno Autónomo Descentralizado De La Provincia Del Chimborazo. 2014. Guía Técnica Del Manejo de Viveros Forestales. [En línea] 07 de 2014. [Citado el: 25 de 01 de 2021.] Disponible en: <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/10/Manejo-de-Viveros-Forestales.pdf>.

Gómez, Cecilia, Greslebin, Alina y Rajchember, Mario. 2007. Enfermedades y plagas de *Pinus* sp. [En línea] 2 de 07 de 2007. [Citado el: 9 de 09 de 2021.] Disponible en: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/24801/mod_resource/content/1/1%20Manual-

[%20Enfermedades%20y%20%20Plagas%20%20de%20la%20Regi%C3%B3n%20Andino%20Patag%C3%B3nica%20de%20Argentina.%20Cecilia%20Gomez%3B%20Alina%20Greslebin%3B%20Mario%20Rajch.](#)

González López, Ervin Miguel. 1998. Universidad nacional agraria. *Evaluación de siete fungicidas para el control in vitro de cuatro aislados de Fusarium oxysporum (SCH) Synder et hansen.* [En línea] 1998. [Citado el: 27 de 9 de 2021.] Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/1770/1/tnh20g643.pdf>.

Herbario de la Universidad Pública de Navarra. 1997. morfología de las plántulas. [En línea] 1997. [Citado el: 13 de 10 de 2021.] Disponible en: https://www.unavarra.es/herbario/htm/plantula_BAMH_01.htm#:~:text=Se%20denomina%20pl%C3%A1ntula%20a%20la,desarrollan%20las%20primeras%20hojas%20verdaderas..

Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt. 2008. LOS VIVEROS DE PLANTAS NATIVAS. [En línea] Programa Mosaicos de Conservación, Patrimonio Natural, 26 de Septiembre de 2008. [Citado el: 22 de Enero de 2021.] Disponible en: http://paisajesrurales.com/wp-content/uploads/2016/04/cartilla_viveros_web.pdf.

Landis, Thomas, Rose, Robin y Campbell, Sally. 1990. Target Seedling Symposium: Proceedings, Combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations. Fort Collins : s.n., 1990.

Leslie, Jhon F y Sumerell, Brett a. 2006. Google Books. [En línea] 2006. [Citado el: 14 de 03 de 2021.] Disponible en: https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=Yu3cBAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR3&dq=the+fusarium+laboratory+manual&ots=3L-88JOd1r&sig=ILjcM9fMAsfO_l6VSt8MGgZhjoo#v=onepage&q=the%20fusarium%20laboratory%20manual&f=false.

Carlos de Liñán. 2021. Portal Tecno agrícola. vademecum México. [En línea] 2021. [Citado el: 14 de 03 de 2021.] Disponible en: <https://www.buscador.portaltecnogricola.com/vademecum/mex/producto-tecnico/8393/AZOXYSTROBIN>.

Carlos Liñán. 2021. Agroquímicos. CRUISER MAXX POTATO. [En línea] 2021. [Citado el: 19 de 03 de 2021.] Disponible en: <https://www.buscador.portaltecnogricola.com/vademecum/mex/producto/CRUISER%20MAXX%20POTATO>.

Lugano, Lidia. 2011. Sivicof. Enfermedades en viveros forestales. [En línea] 6 de 3 de 2011. [Citado el: 15 de 01 de 2021.] Disponible en: <http://sivicooff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/09%20Manuales%20t%C3%A9cnicos/Lista%20de%20documentos/Viveros%20forestales/Manual%20INTA%20plagas%20viveros.pdf>.

Martínez, M. 1948. *Los pinos Mexicanos*. Ed. Botas, 2a. ed México: s.n., 1948. pp 366.

Minga, Danilo y Verdugo, Adolfo. 2016. ÁRBOLES Y ARBUSTOS DE LOS RÍOS DE CUENCA. cuenca: Don Bosco, 2016. pp 168.

Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de Argentina. 1999. Desarrollo Forestal Industrial. [En línea] 1999. [Citado el: 18 de 02 de 2021.] Disponible en: http://forestoindustria.magyp.gob.ar/archivos/sanidad-forestal/enfermedades_pinos.pdf.
Montanacorp. 2019. Efectus. [En línea] 11 de 2019. [Citado el: 9 de 9 de 2021.] https://www.corpmontana.com/wp-content/uploads/2019/04/Ficha-T%C3%A9cnica-Efectus_VID.pdf.

National Pesticide Information Center. 2019. Fungicidas. [En línea] 2 de 08 de 2019. [Citado el: 9 de 09 de 2021.] Disponible en: <http://npic.orst.edu/ingred/ptype/fungicide.html>.

Nelson, Paul, Dignani, Cecilia y Anaisse, Elias. 1994. Taxonomy, Biology, and Clinical Aspects of *Fusarium* Species. [En línea] 08 de 1994. [Citado el: 9 de 09 de 2021.] Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC358338/pdf/cm00033-0067.pdf>.

Oliveros, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 2017. Agromensajes. [En línea] Agosto de 2017. [Citado el: 29 de Enero de 2021.] Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/162568108.pdf>.

Page, funge. 2021. Esporas, elementos de propagación y reproducción de los hongos. [en línea] 8 de 03 de 2021. [citado el: 13 de 10 de 2021.] Disponible en: <https://hongomasquecallampas.wordpress.com/2016/03/08/esporas-elementos-de-propagacion-y-reproduccion-de-los-hongos/>.

Pérez, Julián y Gardey, Ana. 2018. DEFINICIÓN DE. [En línea] 2018. [Citado el: 13 de 10 de 2021.] Disponible en: <https://definicion.de/germoplasma/#:~:text=Se%20conoce%20como%20germoplasma%20al.a%20trav%C3%A9s%20de%20la%20reproducci%C3%B3n.&text=Los%20bancos%20de%20ger>

[moplasma%20se.%C3%BAtiles%20para%20el%20ser%20humano.](#)

Pérez, Mariana. 2021. Concepto definición. interacción. [En línea] 24 de 04 de 2021. [Citado el: 13 de 10 de 2021.] Disponible en: <https://conceptodefinicion.de/interaccion/>.

Phytoma. 2017. Coníferas: plagas y enfermedades. [En línea] 08 de 2017. [Citado el: 9 de 09 de 2021.] Disponible en: <https://www.phytoma.com/sanidad-vegetal/avisos-de-plagas/coniferas-plagas-y-enfermedades-agosto-2017>.

Pildain, María Belen y Errasti, Andres. 2011. Hongos patógenos de Pinos en la Patagonia y su asociación con plagas entomológicas. Bariloche : INTA, 2011.

Portal tecno agricola. 2021. AZOXYSTROBIN. [En línea] 2021. [Citado el: 02 de 02 de 2021.] Disponible en: <https://www.buscador.portaltecnogricola.com/vademecum/mex/producto-tecnico/8393/AZOXYSTROBIN>.

Quiroz Marchant, Iván, Garcia Rivas, Edison y Gonzales, Marta. 2009. MINISTERIO DE AGRICULTURA INFOR. VIVERO FORESTAL. [En línea] CENTRO TECNOLÓGICO DE LA PLANTA FORESTAL, Octubre de 2009. [Citado el: 28 de Febrero de 2021.] Disponible en: <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/143>

Ramírez, Carlos Arturo. 2011. Diseminación. [En línea] 8 de 06 de 2011. [Citado el: 14 de 10 de 2021.] Disponible en: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/rpsua/v4n2/v4n2a08.pdf>.

Romero, Bibiana y Granados, Edwin. 2018. Syngenta. *Botrytis, biología del patógeno: la base de un control químico eficiente*. [En línea] 27 de 04 de 2018. [Citado el: 23 de 09 de 2021.] Disponible en: <https://www.syngentaornamentales.co/news/articulo/botrytis-biologia-del-patogeno-la-base-de-un-control-quimico-eficiente>.

The Royal Horticultural Society. 2021. Damping off. [En línea] 2021. [Citado el: 9 de 09 de 2021.] Disponible en: <https://www.rhs.org.uk/advice/profile?pid=151>.

Suconel. 2013. Suconel. [En línea] 11 de 11 de 2013. [Citado el: 13 de 10 de 2021.] Disponible en: <https://suconel.com/2013/11/11/factores-condicionantes-para-el-desarrollo-de-los-hongos/>.

Syngenta. 2019. Syngenta. Clasificación de fungicidas y bactericidas según el modo de acción. [En línea] 1 de 2019. [Citado el: 6 de 08 de 2021.] Disponible en:

<https://www.syngenta.es/sites/g/files/zhg516/f/2019/04/clasificacion-fungicidas-bactericidas-segun-modo-accion.pdf>.

Syngenta. 2021. Amistar. [En línea] 27 de 08 de 2021. [Citado el: 9 de 9 de 2021.] Disponible en: <https://www.syngenta.com.ec/product/crop-protection/fungicida/amistar-top>

Tapia, Cecilia y Amaro, Jose. 2014. Retrato microbiológico. género *Fusarium*. [En línea] 2014. [Citado el: 07 de Febrero de 2021.] Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rci/v31n1/art12.pdf>.

Toapanta, Ana y Jácome, Emerson. 2014. Investigación ITC. Caracterización del minador del brote de pino (*Clarkeulia sp.*) en condiciones de laboratorio. [En línea] 2014. [Citado el: 02 de 02 de 2021.] Disponible en: <http://investigacion.utc.edu.ec/revistasutc/index.php/utciencia/article/view/11/13>.

Universidad De Ciencias Médicas De La Habana. 2017. Farmacología, Material complementario. [En línea] 2017. [Citado el: 16 de 9 de 2021.] Disponible en: http://uvsfajardo.sld.cu/sites/uvsfajardo.sld.cu/files/mc_farmacologia_t1.pdf.

Universidad Finis terrae. 2016. Universidad Finis terrae. [En línea] 25 de 8 de 2016. [Citado el: 13 de 10 de 2021.] Disponible en: https://uft.cl/images/futuros_alumnos/profesores_orientadores/material-pedagogico/Guia_5_Soluciones.pdf.

Universidad Politécnica Salesiana Del Ecuador. sf. Clasificación taxonómica de especies vegetales. [En línea] sf. [Citado el: 07 de Febrero de 2021.] Disponible en: <https://taxonomiabioblog.ups.edu.ec/tax-pino/>.

Ubeda, H. 1995. Control de *Fusarium oxysporium in vitro* por la aplicación de fluazinam 500f. [En línea] 1995. [Citado el: 27 de 09 de 2021.]. Artículo no publicado. pp 4

Vinueza, Marco. 2013. Ecuador forestal. Ficha Técnica No. 14 Pino (*Pinus patula*). [En línea] 5 de Abril de 2013. [Citado el: 04 de Febrero de 2021.] Disponible en: <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-14-pino-pinus-patula/#:~:text=El%20Pino%20p%C3%A1tula%2C%20es%20una,de%20plantaciones%20con%20fines%20industriales.&text=Los%20C3%A1rboles%20maduros%20de%20esta,del%20tr>

Q.

Westreicher, Guillermo. 2020. Sensibilidad. Economipedia. [En línea] 23 de 09 de 2020. [Citado el: 11 de 10 de 2021.] Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/sensibilidad.html>.

Yanes, Carlos, Orozco, Alma y Cervantes, Virginia. 1997. Biblioteca Digital Ilce. LA REPRODUCCIÓN DE LAS PLANTAS: SEMILLAS Y MERISTEMOS. [En línea] 1997. [Citado el: 22 de Enero de 2021.] Disponible en: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_2.htm.

ANEXOS

ANEXO A: PREPARACIÓN DEL MATERIAL A UTILIZAR EN EL ENSAYO.

<p><i>Pinus patula</i> con síntomas de pudrición.</p> 	<p>Desinfestación de raíces de plántulas de pino para aislamiento en medio de cultivo.</p> 
<p>Colonias fúngicas creciendo de las raíces de los hospederos <i>Pinus radiata</i> y <i>Pinus patula</i> en medio de cultivo PDA.</p> 	<p>Hifas, y esporas (microconidias) de <i>Fusarium</i> spp. crecidas en medio PDA.</p> 

ANEXO B: SIEMBRA DE LOS DISCOS DE MICELIO EN LAS CAJAS PETRI CON MEDIO PDA ENMENDADO CON FUNGICIDAS DE DIFERENTE MODO DE ACCIÓN .

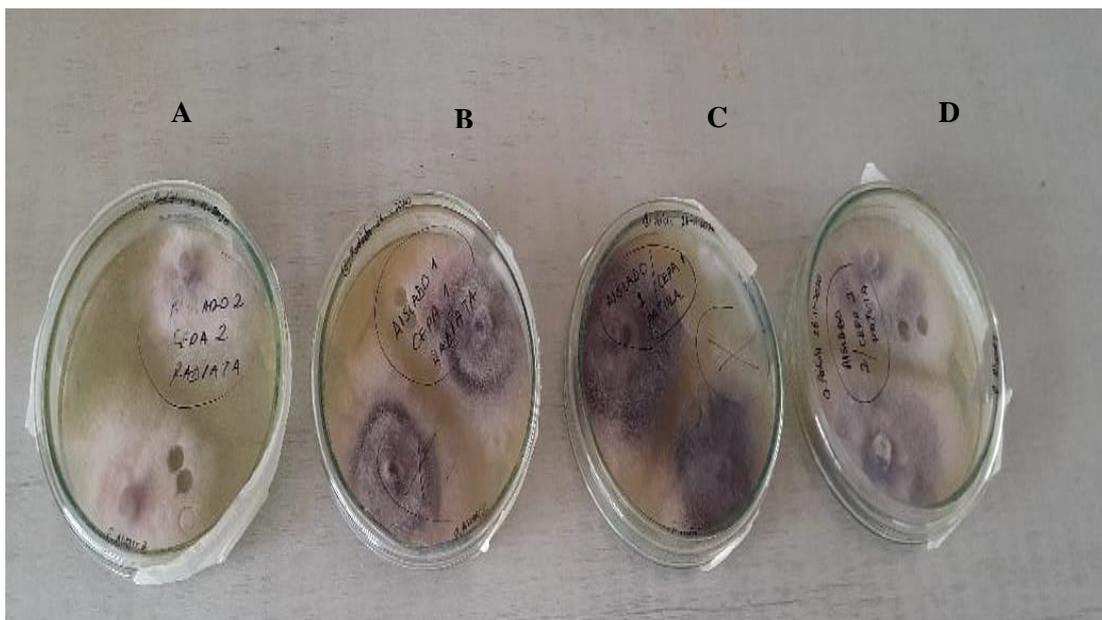
Siembra de los discos de micelio en medio PDA enmendado con diferentes concentraciones de Tiabendazol



Clasificación de las cajas Petri por las concentraciones del principio activo utilizado



Colonias fúngicas listas para el corte de discos miceliales: A “aislado 2, cepa 2, *Pinus radiata*”; B “aislado 1, cepa 1, *Pinus radiata*”, C “aislado 1, cepa 1, *Pinus patula*”, D “aislado 2, cepa 2, *Pinus patula*”

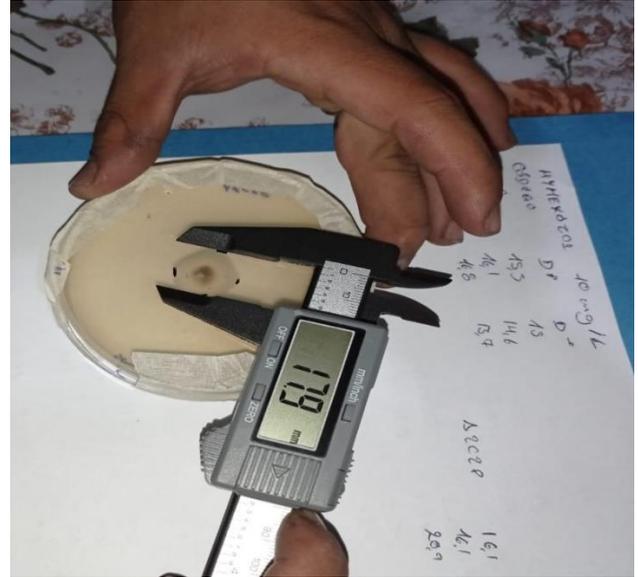


ANEXO C: MEDICIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS.

Sellado de las cajas Petri para evitar contaminación.



Medición de crecimiento micelial de *Fusarium* spp. con el uso del calibrador digital para la dosis 10 ppm del principio activo Hymexazol.

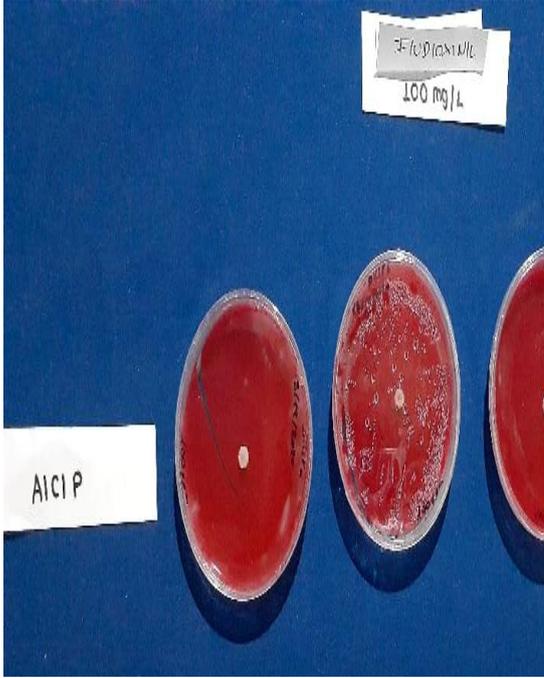
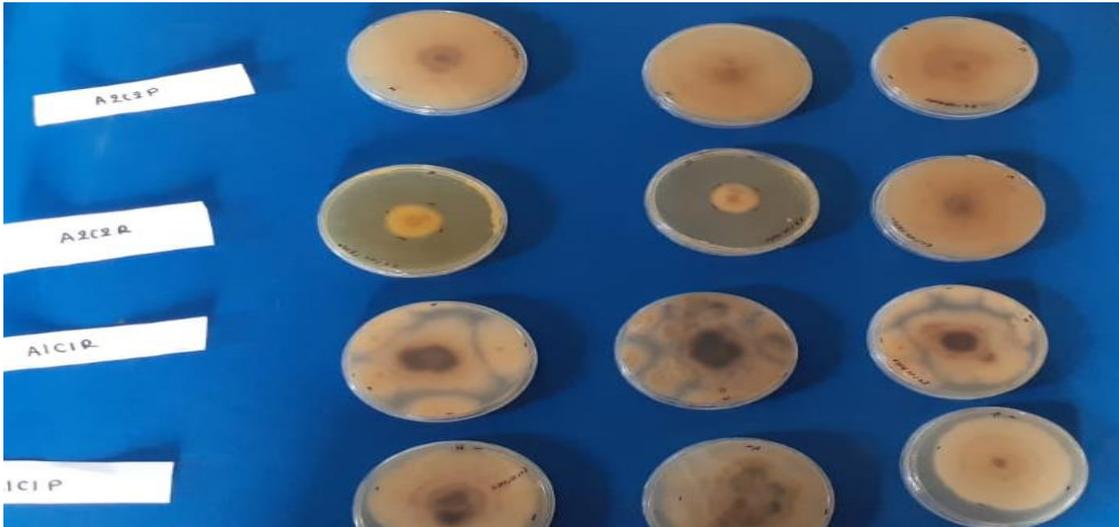


Clasificación de los datos de acuerdo con el principio activo, su concentración y los parámetros

HONGO	FUNGICIDA	REPET	DOSIS	TIEMPO	DIAMETRO_V	DIAMETRO_H	DIAMETRO_M	INHIBIC	INHIBIC	AISLADO	HOSPEDERO	M	N	O	P
860	Fusarium spp	1	100	96	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
861	Fusarium spp	1	100	120	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
862	Fusarium spp	1	100	144	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
863	Fusarium spp	1	100	168	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
864	Fusarium spp	1	100	192	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
865	Fusarium spp	1	100	216	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
866	Fusarium spp	1	100	240	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
867	Fusarium spp	1	100	264	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
868	Fusarium spp	1	100	288	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
869	Fusarium spp	1	100	312	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
870	Fusarium spp	1	100	336	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
871	Fusarium spp	1	100	360	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
872	Fusarium spp	2	100	24	0	0	0	#DIV/0!	100,00	4	P.patula				
873	Fusarium spp	2	100	48	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
874	Fusarium spp	2	100	72	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
875	Fusarium spp	2	100	96	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
876	Fusarium spp	2	100	120	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
877	Fusarium spp	2	100	144	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
878	Fusarium spp	2	100	168	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
879	Fusarium spp	2	100	192	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
880	Fusarium spp	2	100	216	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
881	Fusarium spp	2	100	240	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
882	Fusarium spp	2	100	264	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
883	Fusarium spp	2	100	288	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
884	Fusarium spp	2	100	312	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
885	Fusarium spp	2	100	336	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
886	Fusarium spp	2	100	360	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
887	Fusarium spp	3	100	24	0	0	0	#DIV/0!	100,00	4	P.patula				
888	Fusarium spp	3	100	48	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
889	Fusarium spp	3	100	72	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				
890	Fusarium spp	3	100	96	0	0	0	100,00	100,00	4	P.patula				

estudiados.

ANEXO D: CRECIMIENTO MICELIAL DE *FUSARIUM* SPP. EN MEDIO PDA CON LOS DIFERENTES PRINCIPIOS ACTIVOS Y CONCENTRACIONES.

<p>Crecimiento micelial de <i>Fusarium</i> spp. enmendado con la dosis (100 ppm) de Fludioxonil a los 8 días posteriores al inicio del ensayo.</p>	<p>Crecimiento micelial de <i>Fusarium</i> spp. en medio enmendado con la dosis 100 ppm a los 2 días posteriores al inicio del ensayo.</p>
	
<p>Ensayo de crecimiento micelial de <i>Fusarium</i> spp. en medio PDA enmendado con azoxystrobin a la concentración 1 ppm. A los 11 días posteriores al inicio del ensayo.</p>	
	

ANEXO E: DOSIS EFECTIVA 50 (ED₅₀) CON DATOS ORDENADOS DE MENOR A MAYOR CONCENTRACIÓN (PPM) DE LOS PRINCIPIOS ACTIVOS EN ESTUDIO ANTE *FUSARIUM* SPP. CON AISLADOS DE *PINUS RADIATA* Y *PINUS PATULA*.

AISLADO	FUNGICIDA	PROMEDIO (ppm)	DESVIACIÓN ESTANDAR
4	FLUDIOXONIL	0,013	0,015
3	FLUDIOXONIL	0,156	0,144
2	TIABENDAZOL	1,585	0,178
4	FLUAZINAM	2,012	2,057
4	TIABENDAZOL	3,867	0,210
2	FLUAZINAM	7,950	4,772
2	HYMEXAZOL	16,372	6,986
4	AZOXYSTROBIN	49,768	14,141
3	HYMEXAZOL	50,724	24,057
2	AZOXYSTROBIN	263,801	198,325

Realizado por: Benalcázar, S. 2021

ANEXO F: PROMEDIO DE LA TASA DE CRECIMIENTO MICELIAL DE *FUSARIUM* SPP. EN MEDIO PDA ENMENDADO CON DIFERENTES PRINCIPIOS ACTIVOS

AISLADO	DOSIS	HOSPEDERO	TASA DE CRECIMIENTO MICELIAL PROMEDIO (mm)	PRINCIPIO ACTIVO
1	0	<i>Pinus radiata</i>	5,86	Fludioxonil
1	0	<i>Pinus radiata</i>	5,91	Fludioxonil
1	0	<i>Pinus radiata</i>	6,04	Fludioxonil
1	0,1	<i>Pinus radiata</i>	2,39	Fludioxonil
1	0,1	<i>Pinus radiata</i>	2,46	Fludioxonil
1	0,1	<i>Pinus radiata</i>	2,58	Fludioxonil
1	0,1	<i>Pinus radiata</i>	2,63	Fludioxonil
1	0,1	<i>Pinus radiata</i>	2,84	Fludioxonil
1	0,1	<i>Pinus radiata</i>	2,94	Fludioxonil
1	1	<i>Pinus radiata</i>	1,24	Fludioxonil
1	1	<i>Pinus radiata</i>	1,25	Fludioxonil

1	1	<i>Pinus radiata</i>	1,31	Fludioxonil
1	1	<i>Pinus radiata</i>	1,48	Fludioxonil
1	1	<i>Pinus radiata</i>	1,50	Fludioxonil
1	1	<i>Pinus radiata</i>	1,93	Fludioxonil
1	10	<i>Pinus radiata</i>	0,95	Fludioxonil
1	10	<i>Pinus radiata</i>	1,55	Fludioxonil
1	10	<i>Pinus radiata</i>	1,56	Fludioxonil
1	100	<i>Pinus radiata</i>	0,00	Fludioxonil
2	0	<i>Pinus patula</i>	5,62	Fludioxonil
2	0	<i>Pinus patula</i>	8,34	Fludioxonil
2	0	<i>Pinus patula</i>	8,47	Fludioxonil
2	0,1	<i>Pinus patula</i>	2,84	Fludioxonil
2	0,1	<i>Pinus patula</i>	2,85	Fludioxonil
2	0,1	<i>Pinus patula</i>	3,65	Fludioxonil
2	10	<i>Pinus patula</i>	1,21	Fludioxonil
2	10	<i>Pinus patula</i>	1,28	Fludioxonil
2	10	<i>Pinus patula</i>	1,83	Fludioxonil
2	100	<i>Pinus patula</i>	0,00	Fludioxonil
3	0	<i>Pinus radiata</i>	4,75	Fludioxonil
3	0	<i>Pinus radiata</i>	5,32	Fludioxonil
3	0	<i>Pinus radiata</i>	6,41	Fludioxonil
3	1	<i>Pinus radiata</i>	1,50	Fludioxonil
3	1	<i>Pinus radiata</i>	1,60	Fludioxonil
3	1	<i>Pinus radiata</i>	1,68	Fludioxonil
3	10	<i>Pinus radiata</i>	1,06	Fludioxonil
3	10	<i>Pinus radiata</i>	1,62	Fludioxonil
3	10	<i>Pinus radiata</i>	1,70	Fludioxonil
3	100	<i>Pinus radiata</i>	0,00	Fludioxonil
4	0	<i>Pinus patula</i>	11,06	Fludioxonil
4	0,1	<i>Pinus patula</i>	1,99	Fludioxonil
4	0,1	<i>Pinus patula</i>	2,84	Fludioxonil
4	0,1	<i>Pinus patula</i>	3,65	Fludioxonil
4	1	<i>Pinus patula</i>	0,75	Fludioxonil
4	1	<i>Pinus patula</i>	1,61	Fludioxonil
4	1	<i>Pinus patula</i>	2,31	Fludioxonil
4	10	<i>Pinus patula</i>	1,16	Fludioxonil
4	10	<i>Pinus patula</i>	1,30	Fludioxonil
4	10	<i>Pinus patula</i>	1,34	Fludioxonil

4	100	<i>Pinus patula</i>	0,00	Fludioxonil
1	0	<i>Pinus radiata</i>	2,40	Hymexazol
1	0	<i>Pinus radiata</i>	3,59	Hymexazol
1	0	<i>Pinus radiata</i>	3,79	Hymexazol
1	0	<i>Pinus radiata</i>	4,51	Hymexazol
1	0	<i>Pinus radiata</i>	5,31	Hymexazol
1	0	<i>Pinus radiata</i>	5,40	Hymexazol
1	0	<i>Pinus radiata</i>	5,92	Hymexazol
1	0	<i>Pinus radiata</i>	6,50	Hymexazol
1	0	<i>Pinus radiata</i>	11,06	Hymexazol
1	1	<i>Pinus radiata</i>	2,36	Hymexazol
1	1	<i>Pinus radiata</i>	2,82	Hymexazol
1	1	<i>Pinus radiata</i>	3,85	Hymexazol
1	1	<i>Pinus radiata</i>	4,60	Hymexazol
1	10	<i>Pinus radiata</i>	4,22	Hymexazol
1	10	<i>Pinus radiata</i>	5,16	Hymexazol
1	10	<i>Pinus radiata</i>	6,07	Hymexazol
1	100	<i>Pinus radiata</i>	1,30	Hymexazol
1	100	<i>Pinus radiata</i>	1,41	Hymexazol
1	100	<i>Pinus radiata</i>	1,60	Hymexazol
2	0	<i>Pinus patula</i>	3,41	Hymexazol
2	0	<i>Pinus patula</i>	5,29	Hymexazol
2	0	<i>Pinus patula</i>	6,21	Hymexazol
2	1	<i>Pinus patula</i>	6,84	Hymexazol
2	1	<i>Pinus patula</i>	7,14	Hymexazol
2	1	<i>Pinus patula</i>	11,06	Hymexazol
2	10	<i>Pinus patula</i>	2,64	Hymexazol
2	10	<i>Pinus patula</i>	2,65	Hymexazol
2	10	<i>Pinus patula</i>	4,24	Hymexazol
2	100	<i>Pinus patula</i>	1,22	Hymexazol
2	100	<i>Pinus patula</i>	1,29	Hymexazol
2	100	<i>Pinus patula</i>	1,58	Hymexazol
3	0	<i>Pinus radiata</i>	4,27	Hymexazol
3	0	<i>Pinus radiata</i>	5,42	Hymexazol
3	0	<i>Pinus radiata</i>	5,46	Hymexazol
3	1	<i>Pinus radiata</i>	5,89	Hymexazol
3	1	<i>Pinus radiata</i>	6,19	Hymexazol
3	1	<i>Pinus radiata</i>	6,22	Hymexazol

3	10	<i>Pinus radiata</i>	5,39	Hymexazol
3	10	<i>Pinus radiata</i>	5,49	Hymexazol
3	10	<i>Pinus radiata</i>	5,71	Hymexazol
3	100	<i>Pinus radiata</i>	1,16	Hymexazol
3	100	<i>Pinus radiata</i>	1,22	Hymexazol
3	100	<i>Pinus radiata</i>	1,24	Hymexazol
4	0	<i>Pinus patula</i>	3,81	Hymexazol
4	0	<i>Pinus patula</i>	4,92	Hymexazol
4	0	<i>Pinus patula</i>	6,73	Hymexazol
4	1	<i>Pinus patula</i>	4,61	Hymexazol
4	1	<i>Pinus patula</i>	4,70	Hymexazol
4	1	<i>Pinus patula</i>	4,75	Hymexazol
4	10	<i>Pinus patula</i>	3,45	Hymexazol
4	10	<i>Pinus patula</i>	3,57	Hymexazol
4	10	<i>Pinus patula</i>	11,06	Hymexazol
4	100	<i>Pinus patula</i>	1,21	Hymexazol
4	100	<i>Pinus patula</i>	1,49	Hymexazol
4	100	<i>Pinus patula</i>	1,80	Hymexazol
1	0	<i>Pinus radiata</i>	5,76	Tiabendazol
1	0	<i>Pinus radiata</i>	5,79	Tiabendazol
1	0	<i>Pinus radiata</i>	6,01	Tiabendazol
1	0,1	<i>Pinus radiata</i>	5,39	Tiabendazol
1	0,1	<i>Pinus radiata</i>	5,82	Tiabendazol
1	0,1	<i>Pinus radiata</i>	6,16	Tiabendazol
1	1	<i>Pinus radiata</i>	5,37	Tiabendazol
1	1	<i>Pinus radiata</i>	5,88	Tiabendazol
1	1	<i>Pinus radiata</i>	6,31	Tiabendazol
1	10	<i>Pinus radiata</i>	0,00	Tiabendazol
1	100	<i>Pinus radiata</i>	0,00	Tiabendazol
2	0	<i>Pinus patula</i>	6,40	Tiabendazol
2	0	<i>Pinus patula</i>	6,78	Tiabendazol
2	0	<i>Pinus patula</i>	7,03	Tiabendazol
2	0,1	<i>Pinus patula</i>	6,40	Tiabendazol
2	0,1	<i>Pinus patula</i>	7,03	Tiabendazol
2	0,1	<i>Pinus patula</i>	7,05	Tiabendazol
2	1	<i>Pinus patula</i>	5,61	Tiabendazol
2	1	<i>Pinus patula</i>	5,82	Tiabendazol
2	1	<i>Pinus patula</i>	6,49	Tiabendazol

2	10	<i>Pinus patula</i>	0,00	Tiabendazol
2	100	<i>Pinus patula</i>	0,00	Tiabendazol
3	0	<i>Pinus radiata</i>	6,91	Tiabendazol
3	0	<i>Pinus radiata</i>	7,22	Tiabendazol
3	0	<i>Pinus radiata</i>	7,78	Tiabendazol
3	0,1	<i>Pinus radiata</i>	4,90	Tiabendazol
3	0,1	<i>Pinus radiata</i>	5,68	Tiabendazol
3	0,1	<i>Pinus radiata</i>	6,54	Tiabendazol
3	1	<i>Pinus radiata</i>	5,80	Tiabendazol
3	1	<i>Pinus radiata</i>	5,81	Tiabendazol
3	1	<i>Pinus radiata</i>	6,31	Tiabendazol
3	10	<i>Pinus radiata</i>	0,00	Tiabendazol
3	100	<i>Pinus radiata</i>	0,00	Tiabendazol
4	0	<i>Pinus patula</i>	6,41	Tiabendazol
4	0	<i>Pinus patula</i>	6,65	Tiabendazol
4	0	<i>Pinus patula</i>	7,01	Tiabendazol
4	0,1	<i>Pinus patula</i>	4,09	Tiabendazol
4	0,1	<i>Pinus patula</i>	5,63	Tiabendazol
4	0,1	<i>Pinus patula</i>	6,72	Tiabendazol
4	1	<i>Pinus patula</i>	6,64	Tiabendazol
4	1	<i>Pinus patula</i>	6,79	Tiabendazol
4	1	<i>Pinus patula</i>	6,90	Tiabendazol
4	10	<i>Pinus patula</i>	0,00	Tiabendazol
4	100	<i>Pinus patula</i>	0,00	Tiabendazol
1	0	<i>Pinus radiata</i>	5,59	Azoxystrobin
1	0	<i>Pinus radiata</i>	6,51	Azoxystrobin
1	0	<i>Pinus radiata</i>	6,67	Azoxystrobin
1	0,1	<i>Pinus radiata</i>	5,18	Azoxystrobin
1	0,1	<i>Pinus radiata</i>	5,44	Azoxystrobin
1	0,1	<i>Pinus radiata</i>	5,64	Azoxystrobin
1	1	<i>Pinus radiata</i>	4,86	Azoxystrobin
1	1	<i>Pinus radiata</i>	5,37	Azoxystrobin
1	1	<i>Pinus radiata</i>	6,11	Azoxystrobin
1	10	<i>Pinus radiata</i>	3,73	Azoxystrobin
1	10	<i>Pinus radiata</i>	4,03	Azoxystrobin
1	10	<i>Pinus radiata</i>	4,06	Azoxystrobin
1	100	<i>Pinus radiata</i>	2,57	Azoxystrobin
1	100	<i>Pinus radiata</i>	2,85	Azoxystrobin

1	100	<i>Pinus radiata</i>	3,12	Azoxystrobin
2	0	<i>Pinus patula</i>	5,31	Azoxystrobin
2	0	<i>Pinus patula</i>	5,54	Azoxystrobin
2	0	<i>Pinus patula</i>	5,76	Azoxystrobin
2	0,1	<i>Pinus patula</i>	5,38	Azoxystrobin
2	0,1	<i>Pinus patula</i>	5,66	Azoxystrobin
2	0,1	<i>Pinus patula</i>	5,97	Azoxystrobin
2	1	<i>Pinus patula</i>	4,99	Azoxystrobin
2	1	<i>Pinus patula</i>	5,67	Azoxystrobin
2	1	<i>Pinus patula</i>	5,69	Azoxystrobin
2	10	<i>Pinus patula</i>	4,31	Azoxystrobin
2	10	<i>Pinus patula</i>	4,73	Azoxystrobin
2	10	<i>Pinus patula</i>	4,92	Azoxystrobin
2	100	<i>Pinus patula</i>	2,95	Azoxystrobin
2	100	<i>Pinus patula</i>	3,32	Azoxystrobin
2	100	<i>Pinus patula</i>	4,10	Azoxystrobin
3	0	<i>Pinus radiata</i>	5,51	Azoxystrobin
3	0	<i>Pinus radiata</i>	5,69	Azoxystrobin
3	0	<i>Pinus radiata</i>	6,36	Azoxystrobin
3	0,1	<i>Pinus radiata</i>	6,06	Azoxystrobin
3	0,1	<i>Pinus radiata</i>	6,48	Azoxystrobin
3	0,1	<i>Pinus radiata</i>	6,68	Azoxystrobin
3	1	<i>Pinus radiata</i>	4,32	Azoxystrobin
3	1	<i>Pinus radiata</i>	4,33	Azoxystrobin
3	1	<i>Pinus radiata</i>	4,78	Azoxystrobin
3	10	<i>Pinus radiata</i>	2,27	Azoxystrobin
3	10	<i>Pinus radiata</i>	3,99	Azoxystrobin
3	10	<i>Pinus radiata</i>	4,31	Azoxystrobin
3	100	<i>Pinus radiata</i>	3,29	Azoxystrobin
3	100	<i>Pinus radiata</i>	3,39	Azoxystrobin
3	100	<i>Pinus radiata</i>	3,76	Azoxystrobin
4	0	<i>Pinus patula</i>	6,09	Azoxystrobin
4	0	<i>Pinus patula</i>	6,29	Azoxystrobin
4	0	<i>Pinus patula</i>	6,39	Azoxystrobin
4	0,1	<i>Pinus patula</i>	5,61	Azoxystrobin
4	0,1	<i>Pinus patula</i>	6,07	Azoxystrobin
4	0,1	<i>Pinus patula</i>	6,74	Azoxystrobin
4	1	<i>Pinus patula</i>	3,91	Azoxystrobin

4	1	<i>Pinus patula</i>	4,31	Azoxystrobin
4	1	<i>Pinus patula</i>	4,58	Azoxystrobin
4	10	<i>Pinus patula</i>	3,40	Azoxystrobin
4	10	<i>Pinus patula</i>	3,74	Azoxystrobin
4	10	<i>Pinus patula</i>	4,13	Azoxystrobin
4	100	<i>Pinus patula</i>	2,81	Azoxystrobin
4	100	<i>Pinus patula</i>	3,19	Azoxystrobin
4	100	<i>Pinus patula</i>	3,48	Azoxystrobin
1	0	<i>Pinus radiata</i>	5,39	Fluazinam
1	0	<i>Pinus radiata</i>	5,62	Fluazinam
1	0,1	<i>Pinus radiata</i>	5,03	Fluazinam
1	0,1	<i>Pinus radiata</i>	5,20	Fluazinam
1	0,1	<i>Pinus radiata</i>	5,64	Fluazinam
1	10	<i>Pinus radiata</i>	2,11	Fluazinam
1	10	<i>Pinus radiata</i>	2,38	Fluazinam
1	10	<i>Pinus radiata</i>	2,67	Fluazinam
1	100	<i>Pinus radiata</i>	1,64	Fluazinam
1	100	<i>Pinus radiata</i>	1,96	Fluazinam
1	100	<i>Pinus radiata</i>	2,04	Fluazinam
2	0	<i>Pinus patula</i>	5,90	Fluazinam
2	0	<i>Pinus patula</i>	6,06	Fluazinam
2	0,1	<i>Pinus patula</i>	6,06	Fluazinam
2	0,1	<i>Pinus patula</i>	6,11	Fluazinam
2	0,1	<i>Pinus patula</i>	6,24	Fluazinam
2	10	<i>Pinus patula</i>	2,70	Fluazinam
2	10	<i>Pinus patula</i>	2,90	Fluazinam
2	10	<i>Pinus patula</i>	3,26	Fluazinam
2	100	<i>Pinus patula</i>	1,75	Fluazinam
2	100	<i>Pinus patula</i>	1,84	Fluazinam
2	100	<i>Pinus patula</i>	1,99	Fluazinam
3	0	<i>Pinus radiata</i>	5,63	Fluazinam
3	0	<i>Pinus radiata</i>	5,93	Fluazinam
3	0,1	<i>Pinus radiata</i>	4,63	Fluazinam
3	0,1	<i>Pinus radiata</i>	5,46	Fluazinam
3	0,1	<i>Pinus radiata</i>	5,95	Fluazinam
3	1	<i>Pinus radiata</i>	2,43	Fluazinam
3	1	<i>Pinus radiata</i>	2,91	Fluazinam
3	1	<i>Pinus radiata</i>	2,96	Fluazinam

3	1	<i>Pinus radiata</i>	3,51	Fluazinam
3	1	<i>Pinus radiata</i>	3,85	Fluazinam
3	1	<i>Pinus radiata</i>	3,85	Fluazinam
3	10	<i>Pinus radiata</i>	2,61	Fluazinam
3	10	<i>Pinus radiata</i>	2,68	Fluazinam
3	10	<i>Pinus radiata</i>	3,61	Fluazinam
3	100	<i>Pinus radiata</i>	0,86	Fluazinam
3	100	<i>Pinus radiata</i>	1,54	Fluazinam
3	100	<i>Pinus radiata</i>	1,64	Fluazinam
4	0	<i>Pinus patula</i>	5,99	Fluazinam
4	0	<i>Pinus patula</i>	6,96	Fluazinam
4	0,1	<i>Pinus patula</i>	4,09	Fluazinam
4	0,1	<i>Pinus patula</i>	5,33	Fluazinam
4	0,1	<i>Pinus patula</i>	6,24	Fluazinam
4	1	<i>Pinus patula</i>	1,39	Fluazinam
4	1	<i>Pinus patula</i>	2,52	Fluazinam
4	1	<i>Pinus patula</i>	3,07	Fluazinam
4	1	<i>Pinus patula</i>	3,33	Fluazinam
4	1	<i>Pinus patula</i>	3,44	Fluazinam
4	1	<i>Pinus patula</i>	3,99	Fluazinam
4	10	<i>Pinus patula</i>	2,40	Fluazinam
4	10	<i>Pinus patula</i>	3,04	Fluazinam
4	10	<i>Pinus patula</i>	3,06	Fluazinam
4	100	<i>Pinus patula</i>	1,57	Fluazinam
4	100	<i>Pinus patula</i>	1,61	Fluazinam
4	100	<i>Pinus patula</i>	1,77	Fluazinam

Realizado por: Benalcázar, S. 2021