



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**SENSIBILIDAD *IN VITRO* DE *Moniliophthora roreri* H.C. Evans,
AGENTE CAUSAL DE LA MONILIASIS DEL CACAO (*Theobroma
cacao* L.) A FUNGICIDAS DE DIFERENTES MODOS DE ACCIÓN.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGRÓNOMA

AUTORA:

VANESSA ROCÍO TENEGUSÑAY NAULA

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

SENSIBILIDAD IN VITRO DE *Moniliophthora roreri* H.C. Evans,
AGENTE CAUSAL DE LA MONILIASIS DEL CACAO (*Theobroma*
***cacao* L.) A FUNGICIDAS DE DIFERENTES MODOS DE ACCIÓN.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGRÓNOMA

AUTORA: VANESSA ROCÍO TENEGUSÑAY NAULA

DIRECTOR: Ing. PABLO ISRAEL ÁLVAREZ ROMERO PhD.

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Vanessa Rocío Tenegusñay Naula

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

Yo, Vanessa Rocío Tenegusñay Naula, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 12 de diciembre de 2022



Vanessa Rocío Tenegusñay Naula

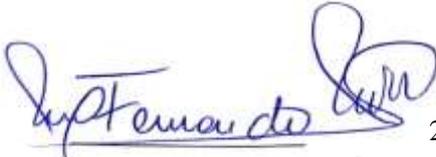
060479131-9

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **SENSIBILIDAD *IN VITRO* DE *Moniliophthora roreri* H.C. Evans, AGENTE CAUSAL DE LA MONILIASIS DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) A FUNGICIDAS DE DIFERENTES MODOS DE ACCIÓN**, realizado por la señorita: **VANESSA ROCÍO TENEGUSÑAY NAULA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova PhD PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-12-12
Ing. Pablo Israel Álvarez Romero PhD DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-12-12
Ing. Fernando José Rivas Figueroa PhD ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-12-12

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi amada familia. A mis padres Gladys y Alfredo quienes son mi ejemplo de lucha y superación, todos mis logros se lo debo a ellos, ya que me han brindado su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos sin permitir que me rindiera. A mi hermana Lisbeth quien ha sido mi compañía y ha estado a mi lado en todo momento. A mis abuelitos Jerónima, José y Natividad por brindarme su amor infinito siendo mi fuente de felicidad y a mi abuelito Escolástico en el cielo quien seguramente está feliz de verme cumplir una más de las metas de mi vida.

Vanessa

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la fuerza, voluntad, salud y familia que me permitió salir adelante.

A mis padres, hermana, abuelitos y tíos quienes siempre confiaron en mí y me brindaron su apoyo incondicional en todo momento, ellos son el pilar fundamental para seguir adelante y no rendirme en ningún momento.

A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales, de la carrera de Agronomía, quienes me brindaron sus conocimientos, experiencias y consejos a lo largo de estos años, lo que me ayudo a formarme de manera personal y profesional.

Al Ing. Pablo Álvarez PhD, por permitirme ser parte de esta investigación y con sus conocimientos supo apoyarme, guiarme y corregirme en todo momento en su calidad de director.

Al Ing. Fernando Rivas PhD, por su colaboración, comprensión y asesoría en el desarrollo de este trabajo de investigación en su calidad de asesor.

Al Ing. Álvaro Rivera, por su paciencia, tiempo y ayuda en todo momento.

Al Ing. Juan Guerra, por su generoso apoyo y paciencia en todo momento.

A mis amigos quienes me brindaron su apoyo incondicional a lo largo de estos años de estudio.

Gracias infinitas a todos.

Vanessa

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xvii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xx
RESUMEN	xxi
SUMMARY	xxii
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Planteamiento del Problema.....	2
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. <i>Objetivo general</i>	2
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	2
1.3. Justificación.....	2
1.4. Hipótesis	3
1.4.1. <i>Hipótesis nula</i>	3
1.4.2. <i>Hipótesis alternativa</i>	3

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.).....	4
2.1.1. <i>Importancia</i>	4
2.1.2. <i>Zonas de producción</i>	4
2.1.3. <i>Superficie de producción</i>	4
2.2. Moniliasis del cacao	5
2.2.1. <i>Moniliophthora roreri</i>	5
2.2.2. <i>Clasificación taxonómica</i>	5

2.2.3.	<i>Síntomas y signos</i>	5
2.2.4.	<i>Manejo Integrado</i>	6
2.3.	Fungicidas	6
2.3.1.	<i>Concepto de fungicida</i>	6
2.3.2.	<i>Clasificación de los fungicidas de acuerdo a la movilidad en la planta</i>	6
2.3.2.1.	<i>Fungicidas de contacto</i>	6
2.3.2.2.	<i>Fungicidas sistémicos</i>	7
2.3.3.	<i>Modo y mecanismo de acción</i>	7
2.3.4.	<i>Clasificación de los fungicidas de acuerdo a los modos de acción según el comité de acción para la resistencia de fungicidas (FRAC 2019)</i>	7
2.3.5.	<i>Descripción de los fungicidas utilizados en la investigación</i>	15
2.3.5.1.	<i>Tiabendazol</i>	15
2.3.5.2.	<i>Tebuconazol</i>	15
2.3.5.3.	<i>Azoxystrobin</i>	15
2.3.5.4.	<i>Boscalid</i>	15
2.3.5.5.	<i>Sulfato de Cobre</i>	16
2.3.5.6.	<i>Extracto Vegetal</i>	16
2.3.6.	<i>Sensibilidad y resistencia a fungicidas</i>	17
2.3.6.1.	<i>Concepto de resistencia</i>	17
2.3.6.2.	<i>Causas de resistencia a fungicidas</i>	18
2.3.7.	<i>Estudio de sensibilidad de fungicidas in vitro</i>	19
2.3.8.	<i>Crecimiento micelial</i>	19
2.3.9.	<i>Dosis Efectiva 50</i>	19

CAPITULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	20
3.1.	Características del lugar	20
3.1.1.	<i>Localización</i>	20
3.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	20

3.2.	Materiales y equipos	20
3.2.1.	<i>De escritorio</i>	20
3.2.2.	<i>De laboratorio</i>	20
3.2.2.1.	<i>Material biológico</i>	20
3.2.2.2.	<i>Materiales</i>	21
3.2.2.3.	<i>Reactivos</i>	21
3.2.2.4.	<i>Equipos</i>	21
3.3.	Metodología	22
3.3.1.	<i>Medio utilizado</i>	22
3.3.2.	<i>Cálculos para determinar las concentraciones de los fungicidas</i>	22
3.3.3.	<i>Preparación de la solución stock</i>	22
3.3.4.	<i>Enmendado del medio de cultivo</i>	22
3.3.5.	<i>Siembra de discos de <i>Moniliophthora roreri</i></i>	22
3.3.6.	<i>Variables evaluadas</i>	23
3.3.6.1.	<i>Tasa de crecimiento micelial</i>	23
3.3.7.	<i>Estimación de la Dosis Efectiva 50 (DE₅₀)</i>	23
3.3.8.	<i>Rango de sensibilidad</i>	23
3.3.9.	<i>Análisis de datos</i>	24
3.3.9.1.	<i>Diseño de los experimentos</i>	24
3.3.9.2.	<i>Diagrama de caja y bigote (box-plot)</i>	24

CAPITULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	25
4.1.	Procesamiento, análisis e interpretación de resultados	25
4.1.1.	<i>Tasa de crecimiento micelial de <i>Moniliophthora roreri</i> (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de tiabendazol</i>	25
4.1.2.	<i>Tasa de crecimiento micelial de <i>Moniliophthora roreri</i> (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de tiabendazol</i>	26

4.1.3.	<i>Tasa de crecimiento micelial de diferentes cepas de Moniliophthora roreri en medio V8 enmendado con diferentes dosis de tiabendazol.....</i>	27
4.1.4.	<i>Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de tiabendazol para diferentes cepas de Moniliophthora roreri de diferentes localidades.</i>	34
4.1.5.	<i>Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de tiabendazol para diferentes cepas de Moniliophthora roreri de diferentes genotipos de cacao.....</i>	35
4.1.6.	<i>Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de tiabendazol para diferentes cepas de Moniliophthora roreri.....</i>	36
4.1.7.	<i>Tasa de crecimiento micelial de Moniliophthora roreri (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de tebuconazol.</i>	38
4.1.8.	<i>Tasa de crecimiento micelial de Moniliophthora roreri (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de tebuconazol.</i>	39
4.1.9.	<i>Tasa de crecimiento micelial de diferentes cepas de Moniliophthora roreri en medio V8 enmendado con diferentes dosis de tebuconazol.....</i>	40
4.1.10.	<i>Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de tebuconazol para diferentes cepas de Moniliophthora roreri de diferentes localidades</i>	45
4.1.11.	<i>Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de tebuconazol para diferentes cepas de Moniliophthora roreri de diferentes genotipos de cacao.....</i>	46
4.1.12.	<i>Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de tebuconazol para diferentes cepas de Moniliophthora roreri.....</i>	47
4.1.13.	<i>Tasa de crecimiento micelial de Moniliophthora roreri (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de azoxystrobin.</i>	49
4.1.14.	<i>Tasa de crecimiento micelial de Moniliophthora roreri (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de azoxystrobin.</i>	50
4.1.15.	<i>Tasa de crecimiento micelial de diferentes cepas de Moniliophthora roreri en medio V8 enmendado con diferentes dosis de azoxystrobin.....</i>	51
4.1.16.	<i>Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de azoxystrobin para diferentes cepas de Moniliophthora roreri de diferentes localidades</i>	58
4.1.17.	<i>Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de azoxystrobin para diferentes cepas de diferentes cepas de Moniliophthora roreri de diferentes genotipos de cacao.....</i>	59
4.1.18.	<i>Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de azoxystrobin para diferentes cepas de Moniliophthora roreri.....</i>	60

4.1.19.	<i>Tasa de crecimiento micelial de Moniliophthora roreri (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de boscalid.</i>	62
4.1.20.	<i>Tasa de crecimiento micelial de Moniliophthora roreri (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de boscalid.....</i>	63
4.1.21.	<i>Tasa de crecimiento micelial de diferentes cepas de Moniliophthora roreri en medio V8 enmendado con diferentes dosis de boscalid.....</i>	64
4.1.22.	<i>Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de boscalid para diferentes cepas de Moniliophthora roreri de diferentes localidades.....</i>	71
4.1.23.	<i>Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de boscalid para diferentes cepas de Moniliophthora roreri de diferentes genotipos de cacao.</i>	72
4.1.24.	<i>Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de boscalid para diferentes cepas de Moniliophthora roreri.</i>	73
4.1.25.	<i>Tasa de crecimiento micelial de Moniliophthora roreri (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de sales de cobre.</i>	75
4.1.26.	<i>Tasa de crecimiento micelial de Moniliophthora roreri (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de sales de cobre.</i>	76
4.1.27.	<i>Tasa de crecimiento micelial de diferentes cepas de Moniliophthora roreri en medio V8 enmendado con diferentes dosis de sales de cobre.....</i>	77
4.1.28.	<i>Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de sales de cobre para diferentes cepas de Moniliophthora roreri de diferentes localidades.</i>	84
4.1.29.	<i>Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de sales de cobre para diferentes cepas de Moniliophthora roreri de diferentes genotipos de cacao.....</i>	85
4.1.30.	<i>Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de sales de cobre para diferentes cepas de Moniliophthora roreri.....</i>	86
4.1.31.	<i>Tasa de crecimiento micelial de Moniliophthora roreri (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de extracto vegetal.</i>	88
4.1.32.	<i>Tasa de crecimiento micelial de Moniliophthora roreri (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de extracto vegetal.</i>	89
4.1.33.	<i>Tasa de crecimiento micelial de diferentes cepas de Moniliophthora roreri en medio V8 enmendado con diferentes dosis de extracto vegetal.....</i>	90

4.1.34.	<i>Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de extracto vegetal para diferentes cepas de Moniliophthora roreri de diferentes localidades.</i>	97
4.1.35.	<i>Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de extracto vegetal para diferentes cepas de Moniliophthora roreri diferentes genotipos de cacao.</i>	98
4.1.36.	<i>Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de extracto vegetal para diferentes cepas de Moniliophthora roreri.</i>	99
4.2.	Discusión de resultados	104
4.3.	Comprobación de la hipótesis	109

CAPITULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
5.1.	CONCLUSIONES	110
5.2.	RECOMENDACIONES	111

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Clasificación taxonómica de la especie <i>Moniliophthora roreri</i>	5
Tabla 2-2:	Modos de acción de los fungicidas según la FRAC.....	7
Tabla 3-2:	Clasificación de los fungicidas de acuerdo a su modo de acción según la FRAC	9
Tabla 4-2:	Fungicidas de diferentes modos de acción utilizados en el estudio.	16
Tabla 5-2:	Mecanismos de resistencia a fungicidas.....	18
Tabla 1-3:	Cepas de <i>Moniliophthora roreri</i> utilizadas en el estudio.	20
Tabla 2-3:	Listado de ingredientes activos utilizados en el estudio.....	21
Tabla 3-3:	Escala de sensibilidad	23
Tabla 1-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con tiabendazol (100 ppm).....	27
Tabla 2-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con tiabendazol (100 ppm).....	28
Tabla 3-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con tiabendazol (10 ppm).....	28
Tabla 4-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con tiabendazol (10 ppm).....	29
Tabla 5-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con tiabendazol (1 ppm).....	29
Tabla 6-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con tiabendazol (1 ppm).....	30
Tabla 7-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con tiabendazol (0,1 ppm).....	30
Tabla 8-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con tiabendazol (0,1 ppm).....	31
Tabla 9-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con tiabendazol (0,01 ppm).....	31
Tabla 10-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con tiabendazol (0,01 ppm).....	32
Tabla 11-4:	Análisis de varianza de la TCM del control (0 ppm) de diferentes cepas de <i>M. roreri</i>	32
Tabla 12-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM del control (0 ppm) de diferentes cepas de <i>M. roreri</i>	33

Tabla 13-4:	Análisis de varianza para DE ₅₀ en medio V8 enmendado con tiabendazol en diferentes cepas de <i>M. roreri</i>	36
Tabla 14-4:	Test de Tukey al 5% de la DE ₅₀ (ppm) de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> en medio V8 enmendado con diferentes dosis de tiabendazol.....	37
Tabla 15-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con tebuconazol (1 ppm).....	40
Tabla 16-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con tebuconazol (1 ppm).....	41
Tabla 17-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con tebuconazol (0,1 ppm).....	41
Tabla 18-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con tebuconazol (0,1 ppm).....	42
Tabla 19-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con tebuconazol (0,01 ppm).....	42
Tabla 20-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con tebuconazol (0,01 ppm).....	43
Tabla 21-4:	Análisis de varianza de la TCM del control (0 ppm) de diferentes cepas de <i>M. roreri</i>	43
Tabla 22-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM del control (0 ppm) de diferentes cepas de <i>M. roreri</i>	44
Tabla 23-4:	Análisis de varianza para DE ₅₀ en medio V8 enmendado con tebuconazol en diferentes cepas de <i>M. roreri</i>	47
Tabla 24-4:	Test de Tukey al 5% de la DE ₅₀ (ppm) de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> en medio V8 enmendado con diferentes dosis de tebuconazol.....	48
Tabla 25-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con azoxystrobin (100 ppm).....	51
Tabla 26-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con azoxystrobin (100 ppm).....	52
Tabla 27-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con azoxystrobin (10 ppm).....	52
Tabla 28-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con azoxystrobin (10 ppm).....	53
Tabla 29-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con azoxystrobin (1 ppm).....	53
Tabla 30-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con azoxystrobin (1 ppm).....	54

Tabla 31-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con azoxystrobin (0,1 ppm).....	54
Tabla 32-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con azoxystrobin (0,1 ppm).....	55
Tabla 33-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con azoxystrobin (0,01 ppm).....	55
Tabla 34-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con azoxystrobin (0,01 ppm).....	56
Tabla 35-4:	Análisis de varianza de la TCM del control (0 ppm) de diferentes cepas de <i>M. roreri</i>	56
Tabla 36-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM del control (0 ppm) de diferentes cepas de <i>M. roreri</i>	57
Tabla 37-4:	Análisis de varianza para DE ₅₀ en medio V8 enmendado con azoxystrobin en diferentes cepas de <i>M. roreri</i>	60
Tabla 38-4:	Test de Tukey al 5% de la DE ₅₀ (ppm) de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> en medio V8 enmendado con diferentes dosis de azoxystrobin.....	61
Tabla 39-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con boscalid (100 ppm).....	64
Tabla 40-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con boscalid (100 ppm)	65
Tabla 41-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con boscalid (10 ppm)	65
Tabla 42-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con boscalid (10 ppm).....	66
Tabla 43-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con boscalid (1 ppm).....	66
Tabla 44-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con boscalid (1 ppm)	67
Tabla 45-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con boscalid (0,1 ppm).....	67
Tabla 46-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con boscalid (0,1 ppm)	68
Tabla 47-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con boscalid (0,01 ppm).....	68
Tabla 48-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con boscalid (0,01 ppm)	69

Tabla 49-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. royeri</i> (0 ppm).....	69
Tabla 50-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. royeri</i> (0 ppm)....	70
Tabla 51-4:	Análisis de varianza para DE ₅₀ en medio V8 enmendado con boscalid en diferentes cepas de <i>M. royeri</i>	73
Tabla 52-4:	Test de Tukey al 5% de la DE ₅₀ (ppm) de diferentes cepas de <i>M. royeri</i> en medio V8 enmendado con diferentes dosis de boscalid.....	74
Tabla 53-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. royeri</i> enmendado con sales de cobre (100 ppm).....	77
Tabla 54-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. royeri</i> enmendado con sales de cobre (100 ppm).....	78
Tabla 55-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. royeri</i> enmendado con sales de cobre (10 ppm).....	78
Tabla 56-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. royeri</i> enmendado con sales de cobre (10 ppm).....	79
Tabla 57-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. royeri</i> enmendado con sales de cobre (1 ppm).....	79
Tabla 58-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. royeri</i> enmendado con sales de cobre (1 ppm).....	80
Tabla 59-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. royeri</i> enmendado con sales de cobre (0,1ppm).....	80
Tabla 60-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. royeri</i> enmendado con sales de cobre (0,1 ppm).....	81
Tabla 61-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. royeri</i> enmendado con sales de cobre (0,01 ppm).....	81
Tabla 62-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. royeri</i> enmendado con sales de cobre (0,01 ppm).....	82
Tabla 63-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. royeri</i> (0 ppm).....	82
Tabla 64-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. royeri</i> (0 ppm)....	83
Tabla 65-4:	Análisis de varianza para DE ₅₀ en medio V8 enmendado con sales de cobre en diferentes cepas de <i>M. royeri</i>	86
Tabla 66-4:	Test de Tukey al 5% de la DE ₅₀ (ppm) de diferentes cepas de <i>M. royeri</i> en medio V8 enmendado con diferentes dosis de sales de cobre.....	87
Tabla 67-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. royeri</i> enmendado con extracto vegetal (100 ppm).....	90
Tabla 68-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. royeri</i> enmendado con extracto vegetal (100 ppm).....	91

Tabla 69-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con extracto vegetal (10 ppm).....	91
Tabla 70-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con extracto vegetal (10 ppm)	92
Tabla 71-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con extracto vegetal (1 ppm).....	92
Tabla 72-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con extracto vegetal (1 ppm).....	93
Tabla 73-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con extracto vegetal (0,1 ppm).....	93
Tabla 74-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con extracto vegetal (0,1 ppm)	94
Tabla 75-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con extracto vegetal (0,01 ppm).....	94
Tabla 76-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> enmendado con extracto vegetal (0,01ppm)	95
Tabla 77-4:	Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> (0 ppm).....	95
Tabla 78-4:	Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> (0 ppm)....	96
Tabla 79-4:	Análisis de varianza para DE ₅₀ en medio V8 enmendado con extracto vegetal en diferentes cepas de <i>M. roreri</i>	99
Tabla 80-4:	Test de Tukey al 5% de la DE ₅₀ (ppm) de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> en medio V8 enmendado con diferentes dosis de extracto vegetal.....	100
Tabla 81-3:	Resumen de los resultados obtenidos	101

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-4:	TCM de <i>M. roreri</i> (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con tiabendazol en diferentes dosis.....	25
Ilustración 2-4:	TCM de <i>M. roreri</i> (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con tiabendazol en diferentes dosis.....	26
Ilustración 3-4:	TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> en medio V8 enmendado con tiabendazol en diferentes dosis.....	27
Ilustración 4-4:	DE ₅₀ de tiabendazol para diferentes cepas de <i>M. roreri</i> de diferentes localidades.....	34
Ilustración 5-4:	DE ₅₀ de tiabendazol para diferentes cepas de <i>Moniliophthora roreri</i> de diferentes genotipos de cacao.....	35
Ilustración 6-4:	DE ₅₀ de tiabendazol para diferentes cepas de <i>Moniliophthora roreri</i>	36
Ilustración 7-4:	TCM de <i>M. roreri</i> (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con tebuconazol en diferentes dosis.....	38
Ilustración 8-4:	TCM de <i>M. roreri</i> (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con tebuconazol en diferentes dosis.....	39
Ilustración 9-4:	TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> en medio V8 enmendado con tebuconazol en diferentes dosis.....	40
Ilustración 10-4:	DE ₅₀ de tebuconazol para diferentes cepas de <i>M. roreri</i> de diferentes localidades.....	45
Ilustración 11-4:	DE ₅₀ de tebuconazol para diferentes cepas de <i>M. roreri</i> de diferentes genotipos de cacao.....	46
Ilustración 12-4:	DE ₅₀ de tebuconazol para diferentes cepas de <i>M. roreri</i>	47
Ilustración 13-4:	TCM de <i>M. roreri</i> (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con azoxystrobin en diferentes dosis.	49
Ilustración 14-4:	TCM de <i>M. roreri</i> (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con azoxystrobin en diferentes dosis	50
Ilustración 15-4:	TCM de diferentes cepas de <i>M. roreri</i> en medio V8 enmendado con azoxystrobin en diferentes dosis.....	51
Ilustración 16-4:	DE ₅₀ de azoxystrobin para diferentes cepas de <i>M. roreri</i> de diferentes localidades.....	58
Ilustración 17-4:	DE ₅₀ de azoxystrobin para diferentes cepas de <i>M. roreri</i> de diferentes genotipos de cacao	59

Ilustración 18-4: DE ₅₀ de azoxystrobin para diferentes cepas de <i>M. royeri</i>	60
Ilustración 19-4: TCM de <i>M. royeri</i> (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con boscalid en diferentes dosis.....	62
Ilustración 20-4: TCM de <i>M. royeri</i> (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con boscalid en diferentes dosis.....	63
Ilustración 21-4: TCM de diferentes cepas de <i>M. royeri</i> en medio V8 enmendado con boscalid en diferentes dosis	64
Ilustración 22-4: DE ₅₀ de boscalid para diferentes cepas de <i>M. royeri</i> de diferentes localidades	71
Ilustración 23-4: DE ₅₀ de boscalid para diferentes cepas de <i>M. royeri</i> de diferentes genotipos de cacao.....	72
Ilustración 24-4: DE ₅₀ de boscalid para diferentes cepas de <i>M. royeri</i>	73
Ilustración 25-4: TCM de <i>M. royeri</i> (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con sales de cobre en diferentes dosis.....	75
Ilustración 26-4: TCM de <i>M. royeri</i> (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con sales de cobre en diferentes dosis.....	76
Ilustración 27-4: TCM de diferentes cepas de <i>M. royeri</i> en medio V8 enmendado con sales de cobre en diferentes dosis	77
Ilustración 28-4: DE ₅₀ de sales de cobre para diferentes cepas de <i>M. royeri</i> de diferentes localidades.....	84
Ilustración 29-4: DE ₅₀ de sales de cobre para diferentes cepas de <i>M. royeri</i> de diferentes genotipos de cacao	85
Ilustración 31-4: TCM de <i>M. royeri</i> (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con extracto vegetal en diferentes dosis.....	88
Ilustración 32-4: TCM de <i>M. royeri</i> (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con extracto vegetal en diferentes dosis.....	89
Ilustración 33-4: TCM de diferentes cepas de <i>M. royeri</i> en medio V8 enmendado con extracto vegetal en diferentes dosis.....	90
Ilustración 34-4: DE ₅₀ de extracto vegetal para diferentes cepas de <i>M. royeri</i> de diferentes localidades.....	97
Ilustración 35-4: DE ₅₀ de extracto vegetal para diferentes cepas de <i>M. royeri</i> de diferentes genotipos de cacao	98
Ilustración 36-4: DE ₅₀ de extracto vegetal para diferentes cepas de <i>Moniliophthora royeri</i>	99

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

DE₅₀	Dosis efectiva 50
FRAC	Comité de acción de resistencia a fungicidas
Fo_bh	Cantón Francisco de Orellana, Comunidad Bajo Huino
Fo_lb	Cantón Francisco de Orellana, Comunidad La Belleza
Jds_lsp	Cantón Joya de los Sachas, Comunidad Lago San Pedro
Jds_sc	Cantón Joya de los Sachas, Comunidad San Carlos
Jds_um	Cantón Joya de los Sachas, Comunidad Unión Milagreña
MdA	Modo de acción
SDHI	Succinato Deshidrogenasa
TCM	Tasa de crecimiento micelial

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** REACTIVOS Y CANTIDADES PARA PREPARAR MEDIO V8 MODIFICADO
- ANEXO B:** CÁLCULOS PARA DETERMINAR LAS CONCENTRACIONES DE LOS FUNGICIDAS
- ANEXO C:** PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN STOCK
- ANEXO D:** ENMENDADO DEL MEDIO DE CULTIVO V8 MODIFICADO
- ANEXO E:** SIEMBRA DE LOS DISCOS DE MICELIO DE *Moniliophthora roreri* EN LAS CAJAS PETRI ENMENDADO CON FUNGICIDAS
- ANEXO F:** MEDICIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS
- ANEXO G:** CRECIMIENTO DE LAS CEPAS DE *Moniliophthora roreri* EN CAJAS PETRI ENMENDADO CON TIABENDAZOL
- ANEXO H:** CRECIMIENTO DE LAS CEPAS DE *Moniliophthora roreri* EN CAJAS PETRI ENMENDADO CON TEBUCONAZOL
- ANEXO I:** CRECIMIENTO DE LAS CEPAS DE *Moniliophthora roreri* EN CAJAS PETRI ENMENDADO CON AZOXYSTROBIN
- ANEXO J:** CRECIMIENTO DE LAS CEPAS DE *Moniliophthora roreri* EN CAJAS PETRI ENMENDADO CON BOSCALID
- ANEXO K:** CRECIMIENTO DE LAS CEPAS DE *Moniliophthora roreri* EN CAJAS PETRI ENMENDADO CON SULFATO DE COBRE
- ANEXO L:** CRECIMIENTO DE LAS CEPAS DE *Moniliophthora roreri* EN CAJAS PETRI ENMENDADO CON EXTRACTO VEGETAL

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar la sensibilidad *in vitro* de *Moniliophthora roreri*, agente causal de la moniliasis del cacao (*Theobroma cacao* L.), a fungicidas de diferentes modos de acción, para lo cual se utilizaron seis principios activos: tiabendazol, tebuconazol, azoxystrobin, boscalid, sulfato de cobre y extracto vegetal de tomillo. Se utilizaron ocho cepas de *M. roreri* procedentes de distintas localidades y genotipos de la provincia de Orellana. Se preparó la solución stock de los fungicidas a partir de una concentración inicial, se procedió a realizar diluciones seriadas para la obtención de las concentraciones establecidas en la investigación: 0,01; 0,1; 1; 10 y 100 ppm, con las cuales se preparó una solución con medio de cultivo V8 modificado y se dispensó en cajas de Petri con 3 repeticiones para cada una de las concentraciones a excepción del control en el que únicamente se dispense medio sin enmendar, se sembraron discos de micelio de *M. roreri* y una vez montado el ensayo se evaluó el crecimiento micelial del hongo con mediciones cada 48 horas. Para los análisis estadísticos se utilizó el programa R Studio en el cual se determinó la TCM y DE₅₀ con respecto a cada principio activo. Los resultados obtenidos fueron: tiabendazol (DE₅₀: 19,25 - 109,09 ppm), tebuconazol (DE₅₀: 0,007 - 0,114 ppm), azoxystrobin (DE₅₀: 0,0008 - 0,020 ppm), boscalid (DE₅₀: 0,14 - 0,57 ppm), sulfato de cobre (DE₅₀: 63,38 - 203,35 ppm), extracto vegetal (DE₅₀: 1,66 ppm - 1757,52 ppm). Se concluye que los principios activos eficientes sobre la TCM de *M. roreri* fueron: tebuconazol, azoxystrobin y boscalid, por otro lado, los principios activos ineficientes fueron: tiabendazol, sulfato de cobre y extracto vegetal. Se recomienda utilizar el tebuconazol, azoxystrobin y boscalid para el control de *Moniliophthora roreri* en campo en las diferentes localidades de las cuales provienen las cepas.

Palabras clave: <*Moniliophthora roreri*>, <*Theobroma cacao* L.>, <PRINCIPIO ACTIVO>, <MODO DE ACCIÓN>, <TASA DE CRECIMIENTO MICELIAL>, <DOSIS EFECTIVA 50>, <RESISTENCIA>, <SENSIBILIDAD>.



0038-DBRA-UPT-2023

SUMMARY

The present investigation aimed to determine the *in vitro* sensitivity of *Moniliophthora roreri*, causal agent of cocoa moniliasis (*Theobroma cacao* L.), to fungicides of different modes of action, using six active ingredients: thiabendazole, tebuconazole, azoxystrobin, boscalid, copper sulfate and thyme plant extract. Eight strains of *M. roreri* from different places and genotypes in the province of Orellana were used. The stock solution of the fungicides was prepared from an initial concentration, serial dilutions were made to obtain the concentrations established in the investigation: 0.01, 0.1, 1, 1, 10 and 100 ppm, with these ones a solution was prepared with modified V8 culture medium and dispensed in Petri dishes with 3 replicates for each of the concentrations, except for the control in which only unamended medium was dispensed. Disks of *M. roreri* mycelial were grown and when the trial was carried out the growth of the fungus was evaluated with measurements every 48 hours. For statistical analysis, the R Studio program was used to determine the MGR and ED₅₀ for each active principle. The results obtained were: thiabendazole (ED₅₀: 19.25 - 109.09 ppm), tebuconazole (ED₅₀: 0.007 - 0.114 ppm), azoxystrobin (ED₅₀: 0.0008 - 0.020 ppm), boscalid (ED₅₀: 0.14 - 0.57 ppm), copper sulfate (ED₅₀: 63.38 - 203.35 ppm), plant extract (ED₅₀: 1.66 ppm - 1757.52 ppm). It is concluded that the efficient active principles on *M. roreri* MGR were: tebuconazole, azoxystrobin and boscalid, on the other hand, the inefficient active principles were: thiabendazole, copper sulfate and vegetable extract. It is recommended to use tebuconazole, azoxystrobin and boscalid for the control of *Moniliophthora roreri* in the field in the different places from which the strains originate.

Keywords: <*Moniliophthora roreri*>, <*Theobroma cacao* L.>, <ACTIVE PRINCIPLE>, <MODE OF ACTION>, <MICELLIAL GROWTH RATE>, <EFFECTIVE DOSE 50>, <RESISTANCE>, <SENSITIVITY>.



Esthela Isabel Colcha Guashpa

0603020678

INTRODUCCIÓN

Moniliophthora roreri es un hongo basidiomicete capaz de adaptarse a distintas condiciones ambientales y está presente en zonas de producción del cultivo de cacao en la mayoría de los países latinoamericanos (Belice, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Perú, Panamá, Bolivia y Venezuela), siendo una enfermedad bastante perjudicial con pérdidas estimadas en 80% de la cosecha anual (Solís et al., 2015: p.73), por lo cual, es importante el manejo adecuado del cultivo. Este hongo al ser extremadamente agresivo logra infectar al fruto únicamente con una sola espora, tomando en cuenta que una mazorca enferma puede producir 144 millones de esporas (Solís et al. 2015: p.72). *Moniliophthora roreri* ataca únicamente a frutos del género *Theobroma* spp. y *Herrania* spp. (Torres de la Cruz et al., 2019: p.55). Los fungicidas utilizados para el control de fitopatógenos pueden dejar de ser eficientes a causa de la resistencia que llegan a generar la población de hongos (Garrán et al., 2001; Mikaberidze y McDonald, 2015; citados en Carmona y Sautua, 2017: p.2). La resistencia a fungicidas puede darse por el uso repetitivo de diferentes productos que tienen el mismo modo de acción, generando cambios genéticos de forma evolutiva, lo que causa la resistencia, misma que será heredable en la población y resulta en la insensibilidad de un hongo a un fungicida (Hahn, 2014; citado en Baibakova et al., 2019: p.2).

Los fungicidas protectantes actúan en la superficie de hojas y tallos y son eficaces contra un amplio espectro de hongos. Por otro lado, los fungicidas sistémicos son absorbidos por las plantas sin sufrir modificaciones y son transportados a otros tejidos de las plantas donde son tóxicos para los hongos (Lesemann et al., 2006; citados en Baibakova et al., 2019: p.3).

Actualmente los estudios de sensibilidad *in vitro* de *Moniliophthora roreri* agente causal de la moniliasis del cacao (*Theobroma cacao* L.) son escasos en nuestro país, por lo cual es importante realizar este tipo de estudios *in vitro*, para llegar a conocer los principios activos que tienen eficiencia para el control de esta enfermedad en el Ecuador; además de, encontrar cuales son los posibles modos de acción que generan poblaciones de *M. roreri* resistentes y poder comparar con resultados de los estudios obtenidos en otros países, lo que va permitir hallar métodos de control que pueden incluirse en programas de manejo.

La presente investigación determinó cuál de los principios activos, modos de acción y dosis tiene el mejor efecto inhibitorio *in vitro* en *Moniliophthora roreri* agente causal de la moniliasis del cacao, además permitió identificar cuáles de las cepas que se utilizaron en el estudio, son resistentes o sensibles a los modos de acción utilizados.

CAPITULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

Si bien existen fungicidas destinados al control de *Moniliophthora roreri* agente causal de la moniliasis del cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Provincia de Orellana, se desconoce la sensibilidad del hongo a los diferentes principios activos, modos de acción y dosis generalmente utilizados, lo cual posiblemente este resultando en una resistencia a los fungicidas, provocando una baja efectividad de los productos en el control de la enfermedad, impidiendo realizar la mejor recomendación de los productos más eficaces y las dosis adecuadas para el control de *M. roreri* en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar la sensibilidad *in vitro* de *Moniliophthora roreri* H.C. Evans, agente causal de la moniliasis del cacao (*Theobroma cacao* L.) a fungicidas de diferentes modos de acción.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la tasa de crecimiento micelial de los diferentes aislados de *Moniliophthora roreri*, frente a los fungicidas de diferente modo de acción.
- Establecer la dosis efectiva 50 (DE₅₀) de los diferentes fungicidas a los aislados de *Moniliophthora roreri*. estudiados.

1.3. Justificación

Los fitopatógenos han empezado a desarrollar resistencia a los fungicidas y su control con productos químicos se ha hecho cada vez más difícil, esto a causa del mal uso que se les ha dado a estos, ya que, en campo no se logra implementar la rotación de productos sintéticos de acuerdo a su modo de acción, dosis y frecuencia de aplicación, provocando que los hongos lleguen a ser insensibles a los efectos de los fungicidas, logrando sobrevivir y reproducirse, tal es el caso del

hongo *Moniliophthora roreri*, una de las enfermedades más limitantes para la producción del cacao (*Theobroma cacao* L.) que ha provocado pérdidas considerables a los productores de la provincia de Orellana, por esta razón el estudio de sensibilidad *in vitro* del hongo a fungicidas de diferentes modos de acción es fundamental ya que, va permitir saber cuál de los productos existentes en el mercado y en que dosis, van a ser los adecuados para el control del hongo en el cultivo, entonces con la presente investigación se pretende determinar cuál de los fungicidas con diferentes modos de acción y en que dosis va tener el mejor efecto inhibitorio en el crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri* agente causal de la moniliasis del cacao.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis nula

Ninguno de los fungicidas con diferente modo de acción y dosis planteadas, presentan efecto inhibitorio sobre el crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri*.

1.4.2. Hipótesis alternativa

Al menos uno de los fungicidas con diferente modo de acción y una de las dosis planteadas, presentan efecto inhibitorio sobre el crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri*.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Cacao (*Theobroma cacao* L.)

2.1.1. *Importancia*

El cultivo de cacao, es uno de los rubros más importantes del Ecuador; nuestro país posee productos exportables que permiten su crecimiento económico, y uno de los principales productos es el cacao, mismo que ha presentado un incremento en las exportaciones a pesar de la recesión económica mundial (Borja et al., 2021: p.149). “La pepa de oro” es considerada uno de los productos principales del mundo y en exportaciones ocupa el cuarto lugar; es producido por 21 de las 24 provincias del país con una superficie de casi 601,000 hectáreas (Cobos, 2021: p.2). El mayor porcentaje de producción se establece a nivel familiar y campesino; sin embargo, también existen alrededor de 127 empresas exportadoras del cacao y sus derivados, lo que permitieron obtener más de 800 millones de dólares en divisas para el año 2020 (Cobos, 2021: p.3).

2.1.2. *Zonas de producción*

Las principales zonas de producción de cacao en Ecuador se encuentran en la región Costa (Manabí, Los Ríos, Guayas) debido a las condiciones ambientales y climáticas que estas zonas presentan (Pérez, 2016: p.2562); el cultivo de cacao puede adaptarse a suelos de origen aluvial, que se encuentren en rangos de pH entre ácidos y alcalinos; de igual manera que posea valores medios y altos de materia orgánica, permitiendo la alta variabilidad de macro y micro nutrientes para la producción (Moreno et al., 2016; citados en Barrezueta, 2019: p.156).

2.1.3. *Superficie de producción*

El cultivo de cacao ocupa alrededor de 601.000 hectáreas en el territorio ecuatoriano, situando a la región Costa (Manabí, con 130.945 hectáreas, Los Ríos con 127.919, y Guayas con 123.957) en el primer lugar con 77% de parcelas de producción, seguido de la región Sierra con 13% y la región Amazónica con 10% (Cobos, 2021: p. 3).

2.2. Moniliasis del cacao

2.2.1. *Moniliophthora roreri*

El primer registro procede de la región de Antioquia (Colombia) en la década de 1850, el hongo atacó únicamente al fruto del cacao en forma de polvo impalpable; fue nombrado por R. Ciferri, quien lo confirmó como una nueva especie de *Monilia*: *Monilia roreri* (Ciferri y Parodi, 1933; citados en Bailey et al., 2018: p.1581), sin embargo, con la mejora de técnicas de inoculación, se observaron similitudes en su biología con el hongo *Moniliophthora perniciosa*, otorgándole un nuevo género: *Moniliophthora roreri* (Evans et al., 1978; citados en Bailey et al., 2018: p.1584).

2.2.2. Clasificación taxonómica

Tabla 1-2: Clasificación taxonómica de la especie *Moniliophthora roreri*

Reino	Fungi
Filo	Basidiomycota
Clase	Basidiomycetes
Orden	Agaricales
Familia	Tricholomataeae
Género	<i>Moniliophthora</i>
Especie	<i>Moniliophthora roreri</i>

Fuente: Bailey et al., 2018

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

2.2.3. Síntomas y signos

Cuando el fruto tiene alrededor de 2,5 meses de edad aparecen los primeros síntomas que son jorobas o hinchazones en la superficie; a la edad de 2,5 a 3,5 meses aparecen manchas marrones con bordes irregulares que llegan a cubrir completamente el fruto (Cubillos, 2017: p.77).; a partir de los 3,5 meses aparecen puntos sub epidérmicos aceitosos que dan lugar a la esporulación aumentando el poder de propagación de la enfermedad (Cubillos, 2017: p.78). Pueden transcurrir 30 días desde el momento de la infección hasta la aparición de los primeros síntomas; 35 días después es visible una mancha marrón y entre 8 y 9 días más tarde, aparece una estructura fúngica blanca o de color blanco cremoso, que indica la elevada presencia de esporas listas para ser liberadas (Cubillos, 2017: pp.78-79).

Los frutos infectados antes de los tres meses de edad pierden el 100% de los granos, mientras que los que se infectan después de los cuatro meses pierden hasta 10% (Rodríguez et al., 2005; citados en Cubillos, 2017: pp.77-78).

2.2.4. Manejo Integrado

La moniliasis puede controlarse mediante prácticas culturales, uso de variedades tolerantes y aplicaciones de fungicidas en los picos de producción y desarrollo de los frutos (Peñaherrera, García y Terrero, 2020: pp.5-15).

La aplicación de productos químicos permite reprimir significativamente la enfermedad. Fungicidas sistémicos basados en principios activos como: azoxystrobin, trifloxystrobin, tebuconazol y propiconazol y fungicidas protectantes basados en principios activos como: sulfato de cobre, hidróxido de cobre, óxido cuproso, óxicloruro de cobre y polisulfuro de calcio (Torres de la Cruz et al., 2019: p.58), con estos se puede desarrollar un programa de manejo de enfermedades, tomando en consideración la zona de producción, superficie de siembra, condiciones climáticas y las variedades que se siembran (Torres de la Cruz et al., 2019: p.59).

2.3. Fungicidas

2.3.1. Concepto de fungicida

Los fungicidas son productos sintéticos que inhiben o impiden el crecimiento de los hongos y sus esporas. Los fungicidas actúan de diferentes maneras, dependiendo del ingrediente activo. La mayoría de ellos alteran las membranas celulares de los hongos o interfieren en la producción de energía, impidiendo así el crecimiento y la reproducción de los hongos (NPIC, 2022).

2.3.2. Clasificación de los fungicidas de acuerdo a la movilidad en la planta

2.3.2.1. Fungicidas de contacto

Estos fungicidas también se conocen como fungicidas protectantes porque crean una dinámica en la superficie de la planta, formando una barrera química entre la planta y las esporas del hongo, impidiendo que germinen; deben utilizarse para prevenir la infección y las futuras aplicaciones tendrán en cuenta las condiciones en las que se desarrolla el hongo. También se les conoce como fungicidas multipunto “multisitio” porque actúan sobre varios procesos metabólicos o

estructurales al mismo tiempo, lo que hace muy difícil el desarrollo de resistencia (Almacellas y Marín, 2013: p.33).

2.3.2.2. *Fungicidas sistémicos*

Este tipo de fungicidas ingresan a la planta a través de los estomas de las hojas o por las raíces; los tejidos vasculares (xilema y floema) ayudan a distribuir los ingredientes activos de los fungicidas sistémicos por toda la planta (Calvo, 2017: p.2).

Estos fungicidas son conocidos también como específicos o “sitio específico” ya que, ingresan a las plantas tras la aplicación, tanto para producir protección desde el primer punto de contacto como para producir daños a través de su penetración en la planta. (Almacellas y Marín, 2013: p.33).

2.3.3. *Modo y mecanismo de acción*

Son los procesos celulares inhibidos por los productos sintéticos, y los modos de acción tiene ubicaciones específicas, donde las enzimas específicas de los procesos celulares se unen al agroquímico; por lo tanto, el mecanismo de acción se refiere a los sitios bioquímicos en los que el fungicida actúa de manera específica con el hongo, actuando directamente sobre la biología microbiana o las reacciones bioquímicas y biofísicas que causan cambios fisiológicos y la muerte del hongo (FRAC, 2019: p.3).

2.3.4. *Clasificación de los fungicidas de acuerdo a los modos de acción según el comité de acción para la resistencia de fungicidas (FRAC 2019)*

Tabla 2-2: Modos de acción de los fungicidas según la FRAC

Modo de acción	Descripción
A. Metabolismo de ácidos nucleicos	Dificultan la síntesis de ácidos nucleicos de ADN y ARN al reducir la producción de enzimas como la ARN polimerasa I, la adenosina deaminasa o la ADN topoisomerasa. Afectan en la división celular
B. Proteínas motoras y del citoesqueleto	La tubulina (microtúbulos-citoesqueleto), es una molécula esencial para la formación y segregación de los cromosomas durante la

	división celular; la alteración de la tubulina perjudica los niveles posteriores de la mitosis
C. Respiración	La respiración es un proceso de oxidación complejo que conserva la energía liberada durante la descomposición de las moléculas (por ejemplo, los hidratos de carbono) mediante la producción de ATP y ADP
D. Síntesis de aminoácidos y proteínas	Inhibición de la biosíntesis de la metionina (gen cgs) y de la secreción de las enzimas implicadas en la transferencia de información del ARN en la síntesis de una secuencia de aminoácidos
E. Transducción de señales	Está formado por sustancias que alteran la transducción de señales e inhiben los mecanismos metabólicos que permiten a las células adaptarse a su entorno. MAP/histidina-quinasa en la transducción de señales osmótica (OS-2, HOG1)
F. Transporte o síntesis de lípidos/función o integridad de la membrana	Alteran la síntesis de lípidos y la integridad de las membranas celulares. Afectan a la permeabilidad de la membrana al influir en la formación de glicolípidos
G. Biosíntesis de esterol en las membranas	Inhibidor de enzimas o procesos enzimáticos en la biosíntesis de esteroides. Los esteroides están presentes en las membranas celulares de algunos hongos (ascomicetos y basidiomicetos, pero no bacterias ni oomicetos) y confieren estabilidad y control de permeabilidad
H. Biosíntesis de la pared celular.	Evitan que la glucosamina se una a la quitina de la pared celular. La glucosamina es el principal componente estructural de la pared celular de los hongos; la inhibición de este componente conduce a una ruptura de la integridad de la pared celular

P. Inducción de defensas en la planta huésped

U. Modo de acción desconocido

NC. No clasificado

M. Productos químicos con actividad multi-sitio

BM. Productos biológicos con múltiples modos de acción

Fuente: FRAC, 2019: pp. 3-5

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

Tabla 3-2: Clasificación de los fungicidas de acuerdo a su modo de acción según la FRAC

MdA	Código y punto de acción	Nombre grupo	Grupo químico	Nombre común	Código FRAC
A: Metabolismo de ácidos nucleicos	A1: ARN polimerasa I	fungicidas PA (fenilamidas)	acilalaninas	benalaxil benalaxil-M (=kiralaxil) metalaxil metalaxil-M (=mefenoxam)	4
	A2: adenosin desaminasa	hidroxi- (2- amino-) pirimidinas	hidroxi- (2- amino-) pirimidinas	bupirimato	8
	A3: síntesis de ADN/ ARN (propuesto)	heteroaromáticos	isoxazoles	himexazo	32
B: Proteínas motoras y del citoesqueleto	B1: ensamblaje de la β -tubulina en mitosis	fungicidas MBC (Metil Benzimidazol Carbamatos)	benzimidazoles tiofanatos	tiabendazol metil tiofanato	1
	B2: ensamblaje de la β -tubulina en mitosis	N-fenil carbamatos	N-fenil carbamatos	dietofencarb	10
	B3: ensamblaje de la β -tubulina en mitosis	benzamidas	toluamidas	zoxamida	22
	B4: división celular (sitio desconocido)	fenilureas	fenilureas	pencicuron	20
	B5: deslocalización de proteínas tipo espectrina	benzamidas	Piridinilmetil- benzamidas	fluopicolida	43

C. Respiración	B6: función de la actina/miosina/fimbrina	aryl-fenil-cetonas	Benzofenonas benzoilpiridinas	metrafenona (<i>piriofenona</i>)	50
	C2: complejo II: succinato deshidrogenasa	SDHI (Inhibidores de la Succinato deshidrogenasa)	fenil-benzamidas fenil-oxi-etil tiofeno amidas piridinil-etilbenzamidas Oxatin-carboxamidas pirazol-4-carboxamidas piridincarboxamidas	flutolanil (<i>isofetamid</i>) fluopiram carboxina benzovindiflupyr bixafen fluxapyroxad isopirazam pentiopirad boscalida	7
	C3: complejo III: citocromo bc1 (ubiquinol oxidasa) en el sitio Qo (gen cit b)	fungicidas QoI (Inhibidores externos de la Quinona)	metoxi-acrilatos metoxi-carbamatos oximino-acetatos oxazolidinodionas dihidro-dioxazinas imidazolinonas	azoxistrobin piraclostrobin kresoxim-metil trifloxistrobin amoladona fluoxastrobin fenamidona	11
	C4: complejo III: citocromo bc1 (ubiquinona reductasa) en el sitio Qi	fungicidas QiI (Inhibidores internos de la Quinona)	ciano-imidazoles sulfamoil-triazoles	ciazofamida amisulbrom	21
	C5: desacopladores de la fosforilación oxidativa		dinitrofenil crotonatos 2,6-dinitroanilinas	meptildinocap fluazinam	29
	C7: transporte de ATP (propuesto)	tiofeno-carboxamidas	tiofeno-carboxamidas	siltiofam	38
	C8: complejo III: citocromo bc1 (ubiquinona reductasa) en el sitio Qo, subsitio de	fungicidas QoSI (Inhibidores externos de la Quinona , unión	triazolopirimidilamina	ametoctradin	45

D: síntesis de aminoácidos y proteínas	unión de estigmatelina	tipo estigmatelina)			
	D1: biosíntesis de metionina (propuesto) (gen cgs)	fungicidas AP (Anilino-Pirimidinas)	anilino-pirimidinas	ciprodinil mepanipirim pirimetanil	9
E: transducción de señales	E1: transducción de señales (mecanismo desconocido)	aza-naftalenos	ariloxiquinolinas	quinoxifen	13
	E2: MAP/Histidinaquinasa en la transducción de señales osmótica (os-2, HOG1)	fungicidas PP (fenilpirroles)	quinazolinonas	proquinazid	12
F: transporte o síntesis de lípidos/ función o integridad de la membrana	F1:	anteriormente dicarboximidias			
	F3: peroxidación de la célula (propuesto)	fungicidas AH (Hidrocarburos Aromáticos) (clorofenoles, nitroanilinas)	hidrocarburos aromáticos	metil tolclofos	14
	F4: Permeabilidad de la membrana celular, ácidos grasos (propuesto)	heteroaromáticos	1,2,4-tiadiazol	etridiazol	
	F5:	carbamatos	carbamatos	propamocarb	28
	F6: disruptores microbianos de las membranas	microbiano (<i>Bacillus</i> sp.)	<i>Bacillus</i> sp. y los fungicidas lipopéptidos producidos	<i>Bacillus subtilis</i> syn. <i>B. amyloliquefaciens</i> * cepa QST 713	44

	celulares del patógeno			B. <i>amyloliquefaciens</i> cepa D747	
	F7: disrupción de la membrana celular (propuesto)	extracto vegetal	hidrocarburos terpénicos, alcoholes terpénicos y fenoles terpénicos	Extracto de <i>Melaleuca alternifolia</i> (árbol del té) Aceites vegetales (mezclas): Eugenol, geraniol y timol	46
	G1: C14- demetilasa en la biosíntesis de esteroides (erg11/cip51)	fungicidas DMI (Inhibidores de la demetilación) (SBI: Clase I)	imidazoles triazoles	imazalil procloraz bromuconazol ciproconazol difenoconazol epoxiconazol fenbuconazol flutriafol ipconazol metconazol miclobutanil penconazol propiconazol tebuconazol tetraconazol triadimenol triticonazol triazolintionas protioconazol	3
	G2: $\Delta 14$ -reductasa y $\Delta 8 \rightarrow \Delta 7$ - isomerasa en la biosíntesis de esteroides (erg24, erg2)	aminas (“morfolinas”) (SBI: Clase II)	morfolinas piperidinas spiroketal-aminas	fenpropimorf fenpropidin spiroxamina	5
	G3: 3-ceto reductasa,		hidroxianilidas	fenhexamida	17

G: biosíntesis de esteroles en las membranas

	desmetilación C4 (erg27)	fungicidas KRI (Inhibidores de la ceto Reductasa) (SBI: Clase III)	Amino- pirazolinona	fenpirazamina	
H: biosíntesis de la pared celular	H5: celulosa sintasa	fungicidas CAA (Amidas del Ácido Carboxílico)	amidas del ácido cinámico valinamida carbamatos amidas del ácido mandélico	dimetomorf bentiavalicarb iprovalicarb valifenalato mandipropamida	40
	P1: asociado al salicilato	benzo-tiadiazol BTH	benzo-tiadiazol BTH	acibenzolar-S- metil	P 01
P: inducción de defensas en la planta huésped	P4: polisacáridos elicitors	compuesto natural	polisacáridos	laminarin	P 04
	P7: fosfonatos	fosfonatos	etil fosfonatos	fosetil-Al ácido fosforoso y sus sales (fosfonato potásico)	P 07 (33)
Modo de acción desconocido (los números U que no aparecen en la lista derivan de fungicidas reclasificados o que no están registrados en España)	desconocido	cianoacetamidaox ima	cianoacetamidaox ima	cimoxanilo	27
	anteriormente fosfonatos (código 33), reclasificado a P07 en 2018				
	desconocido	fenil-acetamida	fenil-acetamidas	ciflufenamid	U 06
	disrupción de la membrana celular (propuesto)	guanidinas	guanidinas	dodina	U 12

NC: no clasificado	desconocido	diversos	diversos	aceites minerales, aceites orgánicos, sales inorgánicas, material de origen biológico	NC
	M: Productos químicos con actividad multi-sitio	actividad de contacto multi-sitio	inorgánico (electrófilos)	inorgánico	cobre (diferentes sales)
inorgánico (electrófilos)			inorgánico	azufre	M 02
ditiocarbamatos y relacionados (electrófilos)			ditiocarbamatos y relacionados	mancozeb metiram tiram ziram	M 03
ftalimidias (electrófilos)			ftalimidias	captan folpet	M 04
cloronitrilos (ftalonitrilos) (mecanismo inespecífico)			cloronitrilos (ftalonitrilos)	clortalonil	M 05
quinonas (antraquinonas) (electrófilos)			quinonas (antraquinonas)	ditianona	M 09
BM: Productos biológicos con múltiples modos de acción	Competencia, micoparasitismo, antibiosis, enzimas líticas y resistencia inducida	Microbiano (<i>Trichoderma</i> spp.)	<i>Trichoderma</i> spp. y los metabolitos fungicidas producidos	<i>Trichoderma</i> <i>asperellum</i> Cepas: ICC012, T25, T34 <i>Trichoderma</i> <i>atroviride</i> Cepas: T11, SC1 <i>Trichoderma</i> <i>gamsii</i> Cepa: ICC080 <i>Trichoderma</i> <i>harzianum rifai</i> Cepa: T22	BM 02

Fuente: FRAC, 2019: pp. 12-18

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

2.3.5. Descripción de los fungicidas utilizados en la investigación

2.3.5.1. Tiabendazol

Grupo químico: Benzimidazoles

Los fungicidas de tipo benzimidazol, entre los cuales se encuentra el tiabendazol implica la unión a las tubulinas beta impidiendo el ensamblaje de los microtúbulos y la división celular durante la mitosis provocando toxicidad en las células fúngicas (Holloman et al., 1998; Baraldi et al., 2003; citados en Sánchez, 2021).

2.3.5.2. Tebuconazol

Grupo químico: Triazoles

El tebuconazol es un inhibidor de la desmetilación (DMI) que interrumpen la biosíntesis del ergosterol de los hongos (FRAC, 2020; citado en Odintsova et al., 2020: p.3). Inhibe la 14 α -demetilasa, que se requiere para la desmetilación oxidativa dependiente del citocromo P450 de 24-metilen-24,25-dihidrolanosterol, un precursor del ergosterol, el principal esteroles de los hongos filamentosos (FRAC, 2020; Klix et al., 2007; citados en Odintsova et al., 2020: p.3).

2.3.5.3. Azoxystrobin

Grupo químico: Estrobirulinas

Los fungicidas de este grupo, son inhibidores externos de la quinona e impiden la respiración al unirse al sitio Qo del complejo enzimático citocromo bc1, lo que provoca una deficiencia energética y conduce a la muerte de los patógenos (Bartlett et al., 2002; citados en Sánchez, 2021).

2.3.5.4. Boscalid

Grupo químico: Carboxamidas

Este grupo de fungicidas son inhibidores de la succinato deshidrogenasa (SDHI), inhiben específicamente la respiración fúngica impidiendo los sitios de unión de la ubiquinona en el complejo mitocondrial II (Avenot et al., 2008; Wang et al., 2015; citados en Sánchez, 2021).

2.3.5.5. Sulfato de Cobre

Grupo químico: Inorgánico

El átomo de cobre se une a las proteínas, cambiando su estructura. Esto puede romper las membranas que rodean a las células, provocando su muerte (Lesemann et al., 2006; citados en Baibakova et al. 2019).

2.3.5.6. Extracto Vegetal

Grupo químico: Hidrocarburos terpénicos, alcoholes, terpénicos y fenoles terpénicos.

El nivel de actividad antifúngica puede variar en gran medida según el tipo de extracto y la especie de patógeno, la actividad antimicrobiana directa es una de las características de los extractos vegetales, además combinan una actividad antifúngica directa con la inhibición de la biosíntesis de toxinas, pueden utilizarse contra los hongos micotoxigénicos (Sudharsan et al., 2019; citados en Belgacem et al. 2021), además actúan en el transporte de lípidos y dan lugar a la disrupción de la membrana celular (FRAC, 2019).

Tabla 4-2: Fungicidas de diferentes modos de acción utilizados en el estudio.

Ingrediente Activo	Grupo químico	Modo de acción	Sitio de acción	Movilidad
Tiabendazol	Benzimidazoles	Proteínas motoras y del citoesqueleto	Ensamblaje de la β -tubulina en mitosis	Sistémico
Tebuconazol	Triazoles	Biosíntesis de ergosterol en las membranas	C14- demetilasa en la biosíntesis de esteroides (erg11/cip51)	Sistémico
Azoxystrobin	Estrobirulinas	Respiración	Complejo III: citocromo bc1 (ubiquinol oxidasa) en el sitio Qo (gen cit b)	Sistémico-Translaminar
Boscalid	Carboxamidas	Respiración	Complejo II: succinato deshidrogenasa	Sistémico-Translaminar

Sulfato de Cobre	Inorgánico	Productos químicos con actividad multisitio	Actividad de contacto multisitio	Contacto
Extracto Vegetal	Hidrocarburos terpénicos, alcoholes terpénicos y fenoles terpénicos	Productos biológicos con múltiples modos de acción: Extractos de plantas	Ruptura de la membrana celular, pared celular, defensa de la planta inducida por mecanismos	Sistémico-Contacto

Fuente: FRAC, 2019

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

2.3.6. *Sensibilidad y resistencia a fungicidas*

La mayoría de hongos crean resistencia por el mal manejo de las enfermedades que involucra la falta del componente agronómico, genético, biológico y químico en el proceso (Acebo et al., 2012; citados en Anzules et al., 2019: p.512). En el caso de controles químicos es fundamental el reconocimiento de la susceptibilidad o resistencia de hongos a los fungicidas, ya que, de esta manera se podrá asegurar la efectividad de un producto sobre un hongo.

Los trabajos *in vitro* permiten medir la sensibilidad de un hongo a productos sintéticos por medio de la DE₅₀ (Dosis que inhibe el 50% del crecimiento micelial o germinación de esporas), entonces si la DE₅₀ es menor, la acción del fungicida será alta a una baja concentración de sustancia química (Reis, et al., 2010; Tonin, et al., 2013, citados en Bravo, 2015: p.56).

2.3.6.1. *Concepto de resistencia*

La resistencia tiene que ver con la insensibilidad que adquiere un hongo a un fungicida específico lo que provoca la pérdida del control en campo por la presencia de cepas resistentes; el agente antifúngico ejerce presión de manera selectiva sobre la población de patógenos, ya que, elimina a la población originaria (inicial) pero no a la población que ha mutado, hay que tomar en cuenta que el sobreuso de un fungicida acelera significativamente los cambios de la población de patógenos provocando el desarrollo de resistencias de manera progresiva (FRAC, 2019: p.5).

2.3.6.2. Causas de resistencia a fungicidas

Tabla 5-2: Mecanismos de resistencia a fungicidas

Mecanismos de resistencia	Descripción
Alteración bioquímica del sitio de acción	Es el mecanismo más común de resistencia, este cambio se produce por factores como los cambios en la secuencia del gen que codifica la enzima o la proteína que constituye el lugar de acción del hongo, los hongos resistentes suelen ser portadores de una mutación genética en el lugar de acción. La interacción entre el ingrediente activo y el sitio de acción se ve afectada y el ingrediente activo pierde su efecto fúngico.
Detoxificación del fungicida	Las células fúngicas contienen mecanismos metabólicos para llevar a cabo los procesos celulares, estos mecanismos pueden ser capaces de modificar los fungicidas para que dejen de ser perjudiciales para la célula. Algunos fungicidas necesitan ser metabolizados en la célula fúngica para convertirlos en su forma activa. En las células metabólicamente alteradas, el paso de activación puede no producirse y el fungicida puede no convertirse en la forma activa.
Sobreexpresión del sitio de acción	La producción de enzimas adicionales en el sitio objetivos (es decir, la sobreexpresión del sitio objetivo) puede aumentar la probabilidad de que una cantidad suficiente de sustrato fúngico se unan a la enzima en el sitio objetivo para permitir que se produzcan en cierta medida procesos celulares como la respiración
Exclusión o expulsión desde el sitio de acción	La bomba de flujo está presente de forma natural en la célula y se utiliza para eliminar o expulsar sustancias extrañas o para exportar sustancias endógenas. A pesar de estas bombas de flujo, la mayoría de los fungicidas pueden alcanzar concentraciones efectivas dentro de la célula e inhibir los procesos celulares. Ocasionalmente estos transportadores pueden descargar con éxito suficiente fungicida para que el aislado sea sensible a ese fungicida. Si se sabe que este mecanismo produce resistencia cruzada entre compuestos con diferentes sitios de acción, el fungicida debe modificarse adecuadamente.

Fuente: FRAC, 2019: pp. 6-7

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

Las cepas que han creado resistencia pueden sobrevivir y reproducirse después de la aplicación de un fungicida lo que provoca la ineffectividad de este (Beckerman, 213; Brent y Hollomon, 2007, Guzmán, 2003; citados en Alfaro, 2019: p.17). Por lo general esta capacidad de perdurar es a causa de factores

como: biología del patógeno, mecanismo de acción del fungicida, falta de calendarios de rotación de fungicidas (Alfaro, 2019: p.17).

2.3.7. Estudio de sensibilidad de fungicidas *in vitro*

Los estudios de sensibilidad *in vitro* permiten que los patógenos se expongan a fungicidas en concentraciones progresivas, la concentración inhibitoria media (mg/L)(DE₅₀) es la concentración de un fungicida que inhibe el crecimiento micelial en un 50%, por lo cual, cuando el valor de DE₅₀ es bajo demuestra que, el fungicida tiene una alta acción sobre el patógeno (Lovato et al., 2017: p.71).

2.3.8. Crecimiento micelial

Los hongos poseen a las hifas como su unidad estructural y funcional, misma que se multiplica por divisiones mitóticas sucesivas y llega a formar una red llamada micelio (Finkelstein y Ball, 213; citados en Padilla, 2017). Los hongos pueden colonizar a partir de esporas germinadas o de micelio, cuyo crecimiento es radial, las cepas pueden diferenciarse en su apariencia, forma, color, tasa de crecimiento, aroma e incluso formación de cuerpos fructíferos diminutos (Malik, 1992; Stamets, 2000; citados en Padilla, 2017).

2.3.9. Dosis Efectiva 50

La DE₅₀ es la dosis de una sustancia, que se espera que produzca un determinado efecto en el 50% de los organismos de experimentación de una población dada, bajo un conjunto de condiciones definidas.

A continuación, se muestra el modelo para la estimación de la DE₅₀:

$$y = \frac{\alpha}{1 + \text{Exp}\left(\beta \log\left(\frac{\text{Dosis}}{\text{DE}_{50}}\right)\right)}$$

Donde Y es el crecimiento relativo de micelio o la germinación relativa de conidios, α la asíntota superior (máximo valor posible de y), β es la pendiente en el punto de inflexión y DE₅₀ es la dosis a la cual el crecimiento/germinación es reducido en 50 % (Espinoza et al., 2017: p.194)

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Características del lugar

3.1.1. Localización

La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

3.1.2. Ubicación geográfica

Longitud: 78° 40' 59'' W

Latitud: 01° 38' 51'' S

Altitud: 2850 m. s. n. m

Fuente: Estación meteorológica ESPOCH, 2021

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. De escritorio

Computadora, impresora, regla, lápices, borrador, carpeta, libreta de apuntes, esferos, papelería en general, marcadores, tijeras.

3.2.2. De laboratorio

3.2.2.1. Material biológico

Tabla 1-3: Cepas de *Moniliophthora roreri* utilizadas en el estudio.

N° CEPA	CÓDIGO	CANTÓN	GENOTIPO DE CACAO
C1	OS-SC-03	Joya de los Sachas	Nacional
C2	OL-09	Francisco de Orellana	CCN51
C3	OS-LS-05	Joya de los Sachas	Super Árbol
C4	OS-LS-09	Joya de los Sachas	Nacional
C5	O-FO-09	Francisco de Orellana	CCN51

C6	OS-UM-O3	Joya de los Sachas	Super Árbol
C7	O-FO-O3	Francisco de Orellana	CCN51
C8	O-FO-O5	Francisco de Orellana	CCN51

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

3.2.2.2. *Materiales*

Cajas Petri de vidrio, botellas de vidrio de tapa roscable (500 mL y 1000 mL), sorbetes, palillos, puntas para micropipeta (1000 µL), gradilla para puntas azules, vasos de precipitación (100 mL), papel film, pinzas, jeringas (5 mL), probeta (500 mL), guantes, papel toalla, cinta masking, mascarilla.

3.2.2.3. *Reactivos*

Agua destilada estéril, alcohol al 70%, asparagina (DIFCO), carbonato de calcio (ACROS ORGANICS), agar bacteriológico (BD DIFCO™), extracto de malta (MERCK), maltosa (GIBCO), jugo de vegetales V8.

Principios activos utilizados (Tabla 2-3)

Tabla 2-3: Listado de ingredientes activos utilizados en el estudio.

Ingrediente activo	Nombre comercial	Concentración del ingrediente activo
Tiabendazol	Mertect 500 (SC)	500 g/L
Tebuconazol	Stratego® (SC)	430 g/L
Azoxystrobin	Amistar (WG)	500 g/kg
Boscalid	Cantus® (WG)	500 g/kg
Sulfato de Cobre	Phyton (SL)	240 g/L
Extracto Vegetal	BH-B	80 %

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

3.2.2.4. *Equipos*

Cámara de flujo laminar (OASIS 48), autoclave (BIOBASE BKQ-B100II), destilador de agua (BOECO WS 8000), incubadora (J.P. SELECTA 2001249, FISHER), balanza de precisión (RADWAG AS220.R2), secador de vidrio (SELECTA 200038), microondas (PANASONIC 900W), cámara fotográfica (CANNON), micropipeta (Eppendorf), calibrador digital (VERNIER).

3.3. Metodología

3.3.1. Medio utilizado

El medio de cultivo utilizado para la siembra de *Moniliophthora roreri* fue el medio V8 modificado propuesto por Rechcigl en 1978 (ANEXO A)

3.3.2. Cálculos para determinar las concentraciones de los fungicidas

Los cálculos para la obtención de la solución madre se realizaron de acuerdo a la concentración del ingrediente activo de cada fungicida, calculando las concentraciones con las cuales se va trabajar para enmendar el medio de cultivo (100, 10, 1, 0,1, 0,01 ppm) (ANEXO B).

3.3.3. Preparación de la solución stock

Se preparó la solución stock con una concentración de 10 mL de tiabendazol o la concentración calculada para cada principio activo respectivamente, disueltos en 5 mL de agua estéril, obteniendo una solución madre a una concentración de 100 ppm y se realizaron diluciones seriadas con 0,5 mL de la solución madre disueltos en 4,5 mL de agua estéril obteniendo soluciones a concentraciones menores (10 ppm; 1 ppm; 0,1 ppm; 0,01ppm) (ANEXO C). Este proceso se realizó para cada uno de los principios activos utilizados.

3.3.4. Enmendado del medio de cultivo

Para proceder al enmendado del medio, se basó en la metodología de Salazar et al. (2012, p. 57), para lo cual se disolvió 0,918 mL de la solución del fungicida de cada dosis en 45 mL de medio de cultivo V8 modificado para 3 repeticiones de cada una de las dosis en las que se trabajó (100; 10; 1; 0,1; 0,01ppm), dispensando 15 mL de medio enmendado en cada caja Petri, excepto el control en el que únicamente se dispensó medio sin fungicida (ANEXO D).

3.3.5. Siembra de discos de *Moniliophthora roreri*

Se cortaron discos de micelio de *M. roreri* con ayuda de sorbetes estériles de 5,13 mm de diámetro, mismos que fueron colocados en las cajas Petri con medio de cultivo enmendado, las mismas que fueron etiquetadas, selladas con papel film y llevadas a la incubadora en obscuridad a temperatura 28 ± 2 °C hasta que el control llenó la caja por completo (ANEXO E).

3.3.6. Variables evaluadas

3.3.6.1. Tasa de crecimiento micelial

Una vez montado el ensayo, se procedió a la medición del diámetro de cada tratamiento y repetición de manera horizontal (ecuatorial) y vertical (polar) cada 48 h (ANEXO E).

Para la determinación de la tasa de crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri*., frente a cada ingrediente activo, se tomó en cuenta la medida final (mm) dividido para el número de días que tardó el hongo en llenar la caja Petri del control.

$$TCM = \frac{\text{Medida final}}{\text{Número de días}}$$

3.3.7. Estimación de la Dosis Efectiva 50 (DE₅₀)

Partiendo de cada tasa de crecimiento (TCM) y las concentraciones con las cuales se trabajó, se determinó la dosis efectiva 50 (DE₅₀) mediante la librería EC₅₀ estimator desarrollada por Ihaka y Gentle del programa R.v.4.2.1, donde se establecieron cepas de *M. roreri* con alta o baja DE₅₀.

3.3.8. Rango de sensibilidad

Se caracterización los fenotipos de acuerdo a la DE₅₀ (mg/L) como: sensibles, levemente resistente, moderadamente resistente y resistente, con ayuda a la escala de sensibilidad propuesta por Edgington et al., en 1970.

Tabla 3-3: Escala de sensibilidad

Fenotipos	DE ₅₀ (mg/L)
Sensible	<1
Levemente resistente	1 – 10
Moderadamente resistente	10 – 50
Resistente	>50

Fuente: Edgington et al., 1970

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

3.3.9. Análisis de datos

3.3.9.1. Diseño de los experimentos

Para el análisis de TCM se utilizó un diseño completamente al azar factorial (DCA) para los diferentes principios activos: FACTOR A: dosis de fungicidas y FACTOR B: cepas. Por cada tratamiento y dosis se efectuaron tres repeticiones, y para cada repetición se consideró una Caja Petri. Para el análisis de la DE₅₀ se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con un único factor analizado que son las cepas y la separación de medias se realizó mediante el Test de Tukey al 5%.

3.3.9.2. Diagrama de caja y bigote (box-plot)

Los diagramas de caja y bigote ayudaron a la observación gráfica de los resultados obtenidos en el análisis cuantitativo de inhibición, tasa de crecimiento micelial y dosis efectiva 50 (DE₅₀) en cada una de las concentraciones estudiadas.

CAPITULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Procesamiento, análisis e interpretación de resultados

4.1.1. Tasa de crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri* (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de tiabendazol.

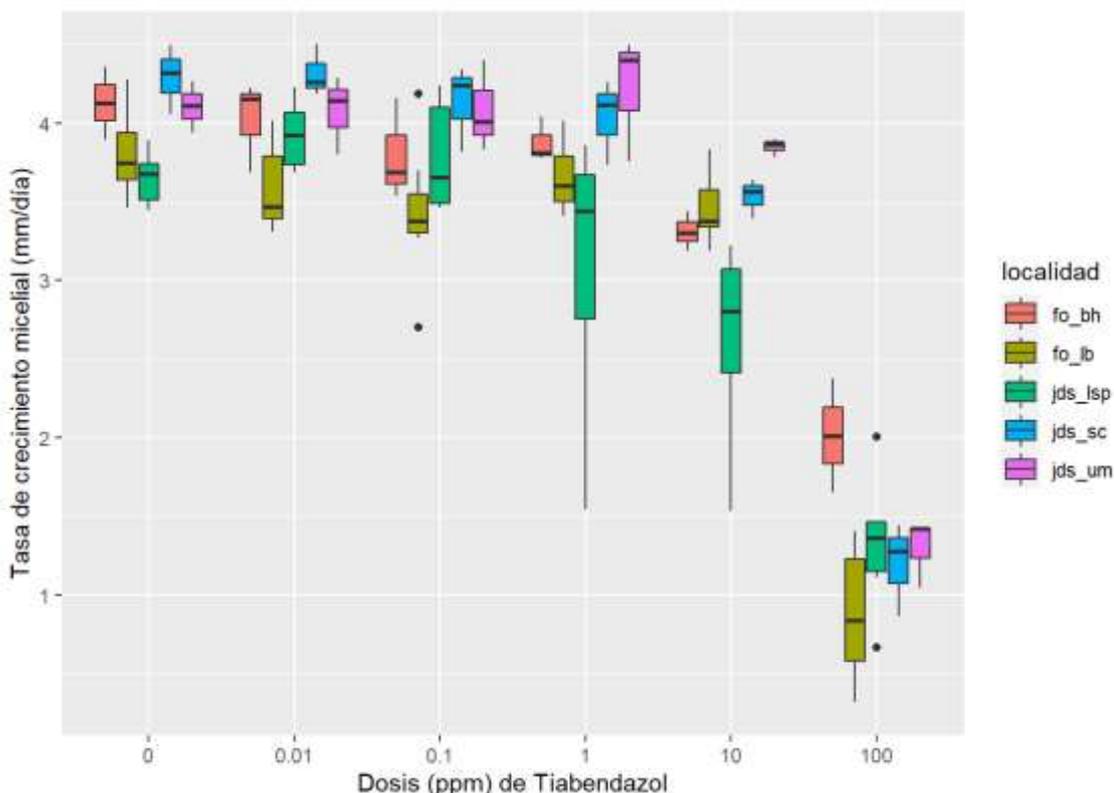


Ilustración 1-4: TCM de *M. roreri* (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con tiabendazol en diferentes dosis

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La TCM de *M. roreri* en la dosis 0 ppm fue mayor en las cepas del cantón Joya de los Sachas, comunidad San Carlos (jds_sc) y menor en las cepas provenientes del mismo cantón, comunidad Lago San Pedro (jds_lsp). Por otro lado, en las dosis 0,01 ppm y 0,1 ppm la TCM de *M. roreri* fue mayor en las cepas obtenidas del cantón Joya de los Sachas, comunidad San Carlos (jds_sc) y menor en las cepas del cantón Francisco de Orellana, comunidad La Belleza (fo_lb). En las dosis 1 ppm y 10 ppm se observó una mayor TCM de *M. roreri* en las cepas del cantón Joya de los Sachas, comunidad Unión Milagreña (jds_um) y menor en las cepas del mismo cantón, comunidad Lago San Pedro (jds_lsp); finalmente en la dosis 100 ppm la TCM de *M. roreri* fue

mayor en cepas del cantón Francisco de Orellana, comunidad Bajo Huino (fo_bh) y menor en cepas del mismo cantón, comunidad La Belleza (fo_lb) (Ilustración 1-4).

4.1.2. Tasa de crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri* (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de tiabendazol.

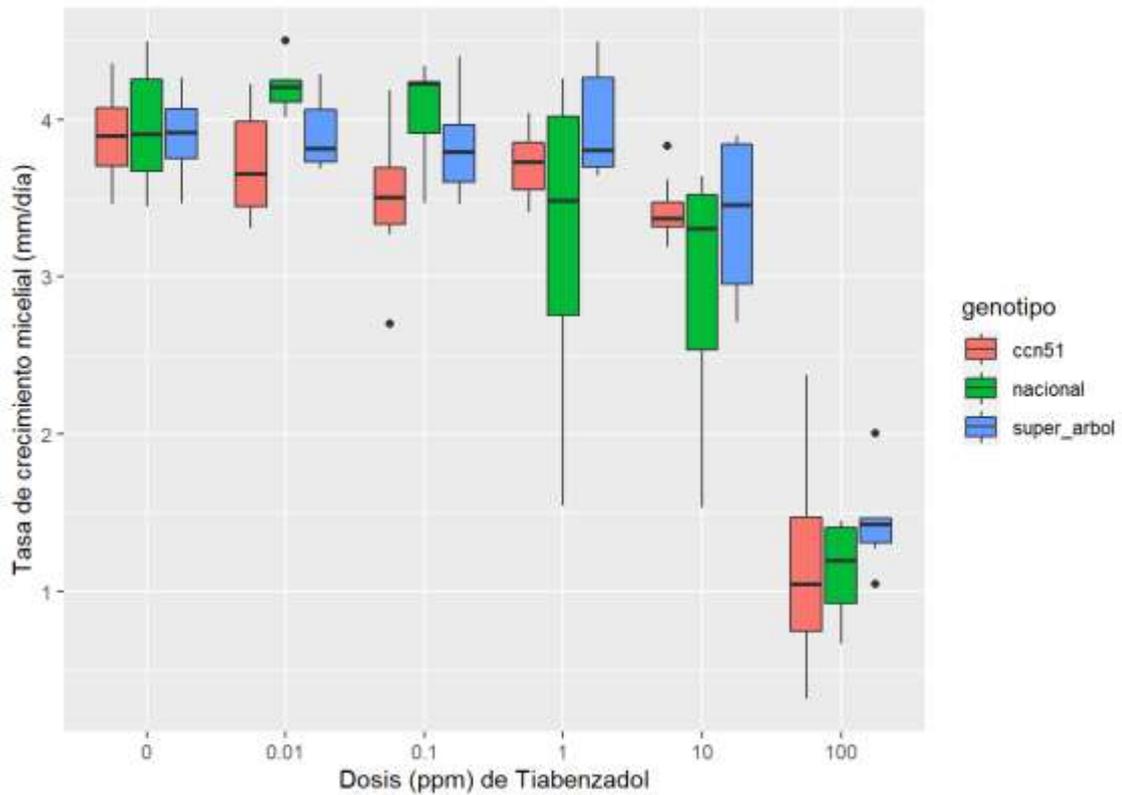


Ilustración 2-4: TCM de *M. roreri* (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con tiabendazol en diferentes dosis

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

En las dosis 0 ppm, 0,01 ppm y 0,1 ppm las cepas de *M. roreri* del genotipo de cacao Nacional presentaron mayor TCM y menor TCM las cepas del genotipo de cacao CCN51. Por otro lado, en las dosis 1 ppm y 10 ppm la TCM de *M. roreri* fue mayor en cepas del genotipo de cacao Super Árbol y menor en cepas del genotipo Nacional y finalmente en la dosis 100 ppm la TCM fue mayor en cepas de *M. roreri* tanto del Genotipo CCN5 y Super Árbol y menor en cepas del genotipo Nacional (Ilustración 2-4).

4.1.3. Tasa de crecimiento micelial de diferentes cepas de *Moniliophthora roreri* en medio V8 enmendado con diferentes dosis de tiabendazol.

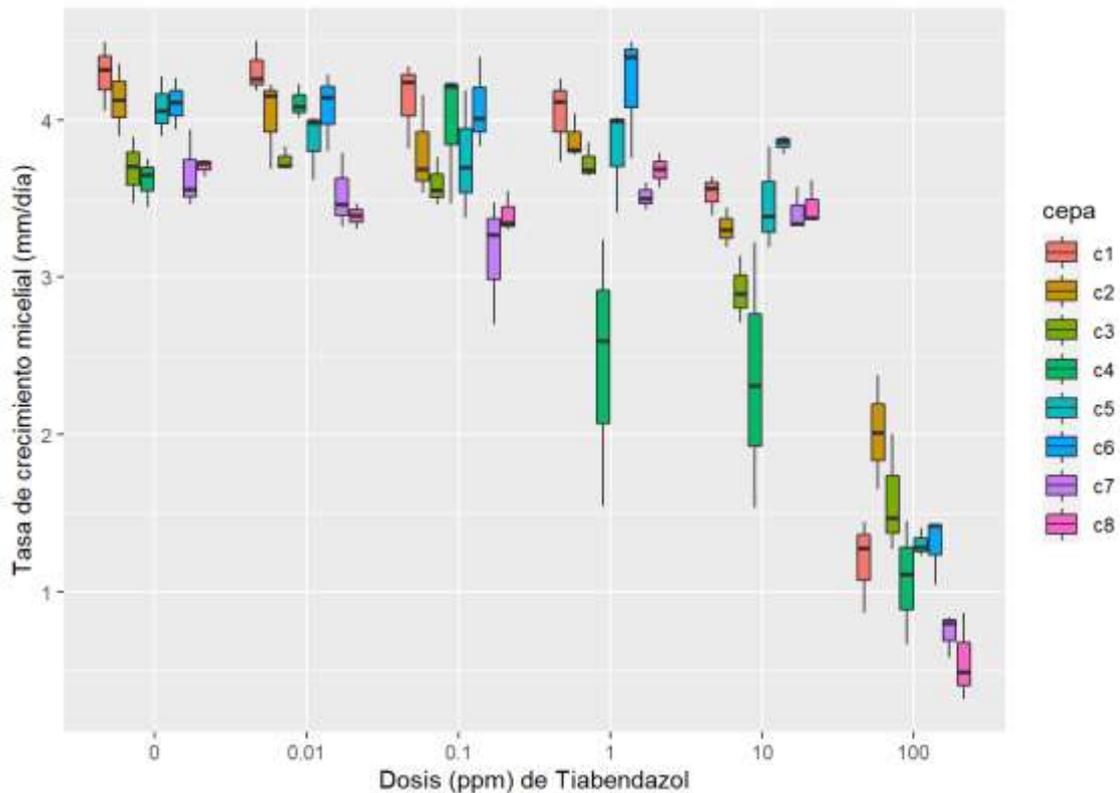


Ilustración 3-4: TCM de diferentes cepas de *M. roreri* en medio V8 enmendado con tiabendazol en diferentes dosis

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La TCM de *M. roreri* con dosis 0 ppm fue mayor en la cepa 1 y menor en la cepa 4. En el caso de la dosis 0,01 ppm fue mayor en la cepa 1 y menor en la cepa 8. Por otro lado, la TCM de *M. roreri* fue mayor en la cepa 1 y menor en la cepa 7. En las dosis 1ppm y 10ppm fue mayor en la cepa 6 y menor en la cepa 4. Finalmente, en la dosis 100 ppm la TCM fue mayor en la cepa 2 y menor en la cepa 8 (Ilustración 3-4).

Tabla 1-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con tiabendazol (100 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	4,39	0,63	7,44	0,00046 ***
Error	16	1,35	0,08		

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

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que, existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor $P=0,00046$, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 1-4).

Tabla 2-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con tiabendazol (100 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C2	2,013	a
C3	1,58	ab
C5	1,31	abc
C6	1,30	abc
C1	1,19	abc
C4	1,08	bc
C7	0,74	c
C8	0,56	c

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 100 ppm en diferentes cepas de *M. roreri*, mostró cinco grupos estadísticos; en el grupo “a” se encuentra la cepa 2; en el grupo “ab” se encuentra la cepa 3; en el grupo “abc” se encuentran las cepas 5, 6, 1; en el grupo “bc”, se encuentra la cepa 4; finalmente en el grupo “c”, se encuentran las cepas 7, 8. Siendo la cepa 2 la que presentó mayor TCM (2,013 mm/día) y la de menor TCM la cepa 8 (0,56 mm/día) (Tabla 2-4).

Tabla 3-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con tiabendazol (10 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	4,37	0,62	5,31	0,00275 **
Error	16	1,88	0,12		

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

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor $P=0,00275$, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 3-4).

Tabla 4-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con tiabendazol (10 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C6	3,85	a
C1	3,53	a
C5	3,47	a
C8	3,45	a
C7	3,41	a
C2	3,31	ab
C3	2,91	ab
C4	2,36	b

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 10 ppm en diferentes cepas de *M. roreri*, mostró tres grupos estadísticos; en el grupo “a” se encuentran las cepas 6, 1, 5, 8, 7; en el grupo “ab” se encuentran las cepas 2, 3; finalmente en el grupo “b” se encuentra la cepa 4. En este caso la cepa 6 presentó la mayor TCM con un valor 3,85 mm/día y la cepa 4 presentó menor TCM con un valor 2,36 mm/día (Tabla 4-4)

Tabla 5-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con tiabendazol (1 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	5,98	0,85	6,02	0,00145 **
Error	16	2,27	0,14		

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

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor P=0,00145, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 5-4).

Tabla 6-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con tiabendazol (1 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C6	4,22	a
C1	4,04	a
C2	3,88	a
C5	3,81	a
C3	3,73	a
C8	3,68	a
C7	3,51	ab
C4	2,46	b

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 1 ppm de diferentes cepas de *M. roreri*, mostró tres grupos estadísticos; en el grupo “a” se encuentran las cepas 6, 1, 2, 5, 3, 8; en el grupo “ab” se encuentra la cepa 7 y en el grupo “b” se encuentra la cepa 4. La TCM fue mayor en la cepa 6 con un valor de 4,22 mm/día y la cepa 4 presentó menor TCM con un valor de 2,46 mm/día (Tabla 6-4).

Tabla 7-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con tiabendazol (0,1 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	2,45	0,35	3,40	0,0203 *
Error	16	1,65	0,10		

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

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de P=0,0203, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 7-4).

Tabla 8-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. royeri* enmendado con tiabendazol (0,1 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C1	4,13	a
C6	4,08	a
C4	3,97	ab
C2	3,80	ab
C5	3,75	ab
C3	3,59	ab
C8	3,40	ab
C7	3,15	b

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 0,1 ppm en diferentes cepas de *M. royeri* mostró tres grupos estadísticos; en el grupo “a” se encuentran las cepas 1, 6; en el grupo “ab”, se encuentran las cepas 4, 2, 5, 3, 8 y en el grupo “b” se encuentra la cepa 7. La cepa 1 tuvo mayor TCM con un valor 4,13 mm/día y la cepa 7 tuvo menor TCM con un valor 3,15 mm/día (Tabla 8-4)

Tabla 9-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. royeri* enmendado con tiabendazol (0,01 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	2,045	0,29	7,67	0,000389 ***
Error	16	0,61	0,04		

Códigos de significancias: 0 **** 0,001 *** 0,01 ** 0,05 *

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor P=0,000389, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. royeri* con respecto a la TCM (Tabla 9-4).

Tabla 10-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con tiabendazol (0,01 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C1	4,31	a
C4	4,11	ab
C6	4,08	abc
C2	4,02	abc
C5	3,87	abcd
C3	3,74	bcd
C7	3,53	cd
C8	3,39	d

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 0,01 ppm en diferentes cepas de *M. roreri*, mostró siete grupos estadísticos; en el grupo “a” se encuentra la cepa 1; en el grupo “ab” se encuentra la cepa 4; en el grupo “abc” se encuentran las cepas 6, 2; en el grupo “abcd” se encuentra la cepa 5, en el grupo “bcd” se encuentra la cepa 3, en el grupo “cd” se encuentra la cepa 7 y en el grupo “d” se encuentra a cepa 8. La cepa 1 presentó mayor TCM con 4,31 mm/día y la cepa 8 presentó menor TCM con 3,39 mm/día (Tabla 10-4).

Tabla 11-4: Análisis de varianza de la TCM del control (0 ppm) de diferentes cepas de *M. roreri*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	1,51	0,22	5,76	0,00183 **
Error	16	0,60	0,037		

Códigos de significancias: 0 **** 0,001 *** 0,01 ** 0,05 * 0,1 ' ' 1

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor P=0,00183, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 11-4).

Tabla 12-4: Test de Tukey al 5% de la TCM del control (0 ppm) de diferentes cepas de *M. royeri*

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C1	4,29	a
C2	4,13	ab
C6	4,11	ab
C5	4,07	ab
C8	3,70	b
C3	3,69	b
C7	3,65	b
C4	3,62	b

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 0 ppm en diferentes cepas *M. royeri*, mostró tres grupos estadísticos; en el grupo “**a**” se encuentra la cepa 1; en el grupo “**ab**” se encuentran las cepas 2, 6, 5 y en el grupo “**b**” se encuentran las cepas 8, 3, 7, 4. La mayor TCM se presentó en la cepa 1 con 4,29 mm/día y la menor TCM se presentó en la cepa 4 con 3,62 mm/día (Tabla 12-4)

4.1.4. Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de tiabendazol para diferentes cepas de *Moniliophthora roreri* de diferentes localidades.

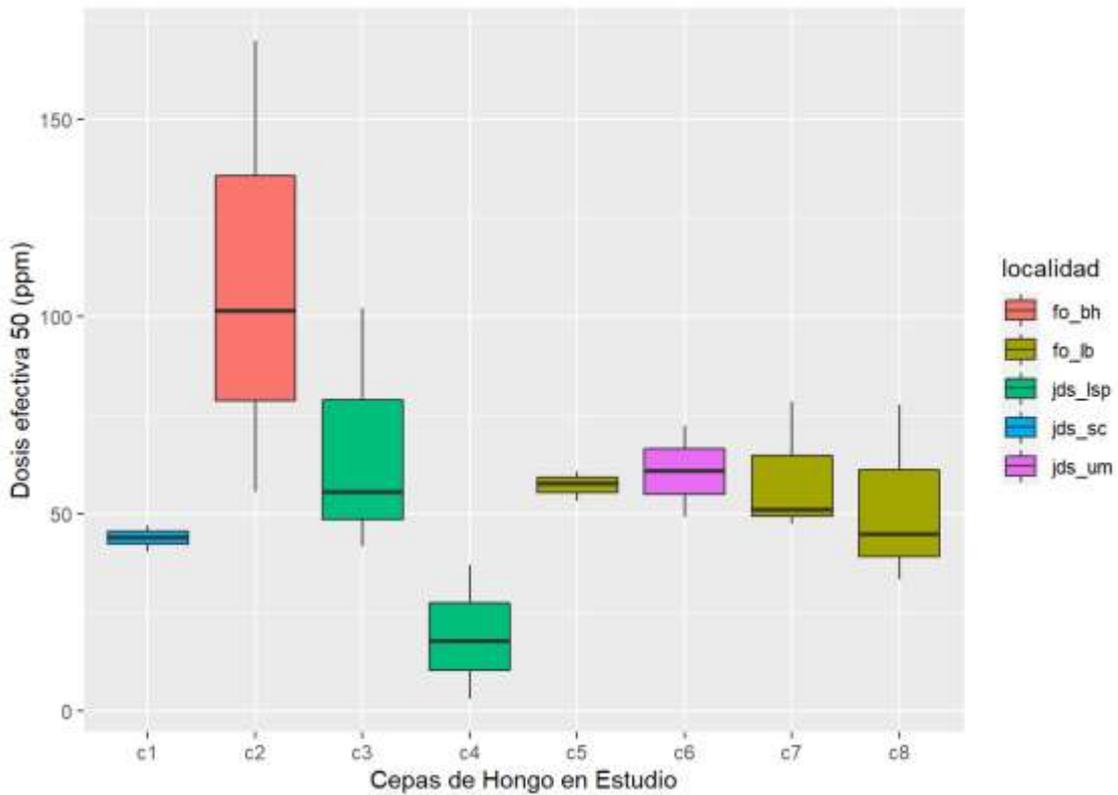


Ilustración 4-4: DE₅₀ de tiabendazol para diferentes cepas de *M. roreri* de diferentes localidades
Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La cepa 2 de *M. roreri* correspondiente al cantón Francisco de Orellana, comunidad Bajo Huino (fo_bh) presentó mayor DE₅₀ al tiabendazol. Por otro lado, la cepa 4 obtenida de frutos de cacao del cantón Joya de los Sachas, comunidad Lago San Pedro (jds_lsp) presentó menor DE₅₀ al tiabendazol (Ilustración 4-4)

4.1.5. Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de tiabendazol para diferentes cepas de *Moniliophthora roreri* de diferentes genotipos de cacao.

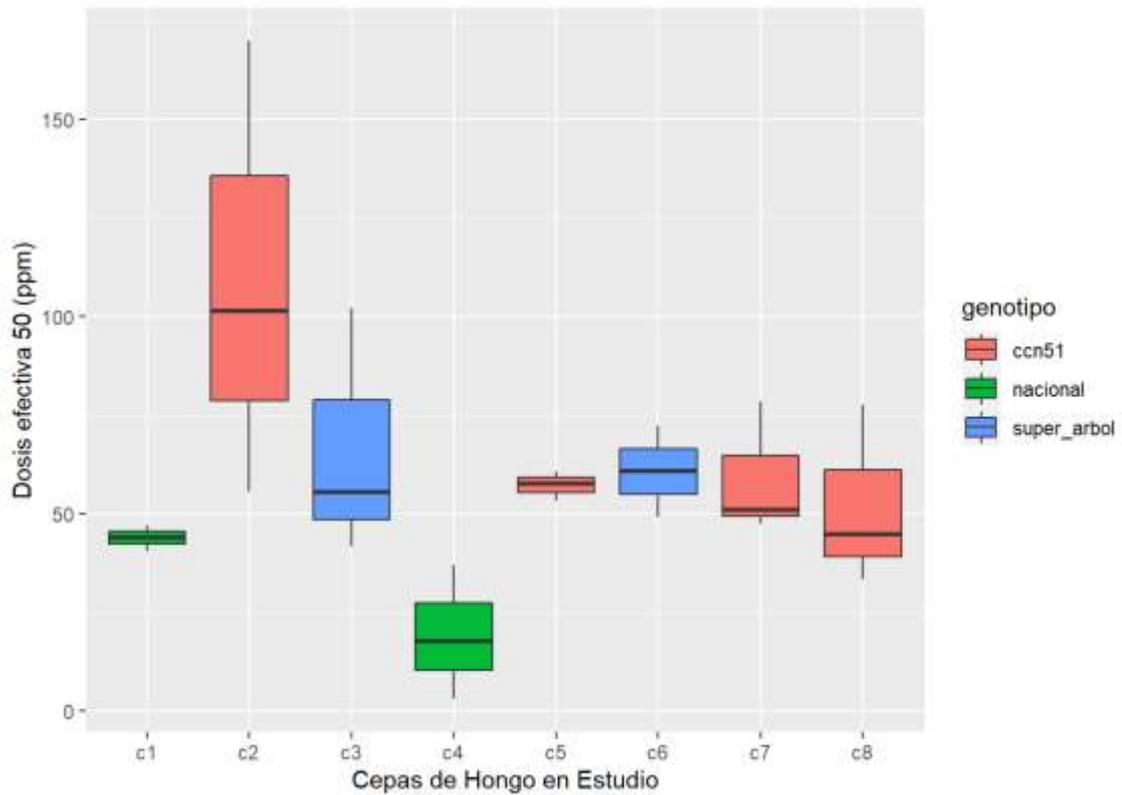


Ilustración 5-4: DE₅₀ de tiabendazol para diferentes cepas de *Moniliophthora roreri* de diferentes genotipos de cacao

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La cepa 2 de *M. roreri* correspondiente al genotipo de cacao CCN51 presentó mayor DE₅₀ al tiabendazol, en cambio la cepa 4 correspondiente al genotipo de cacao Nacional presentó menor DE₅₀ al tiabendazol (Ilustración 5-4)

4.1.6. Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de tiabendazol para diferentes cepas de *Moniliophthora roreri*.

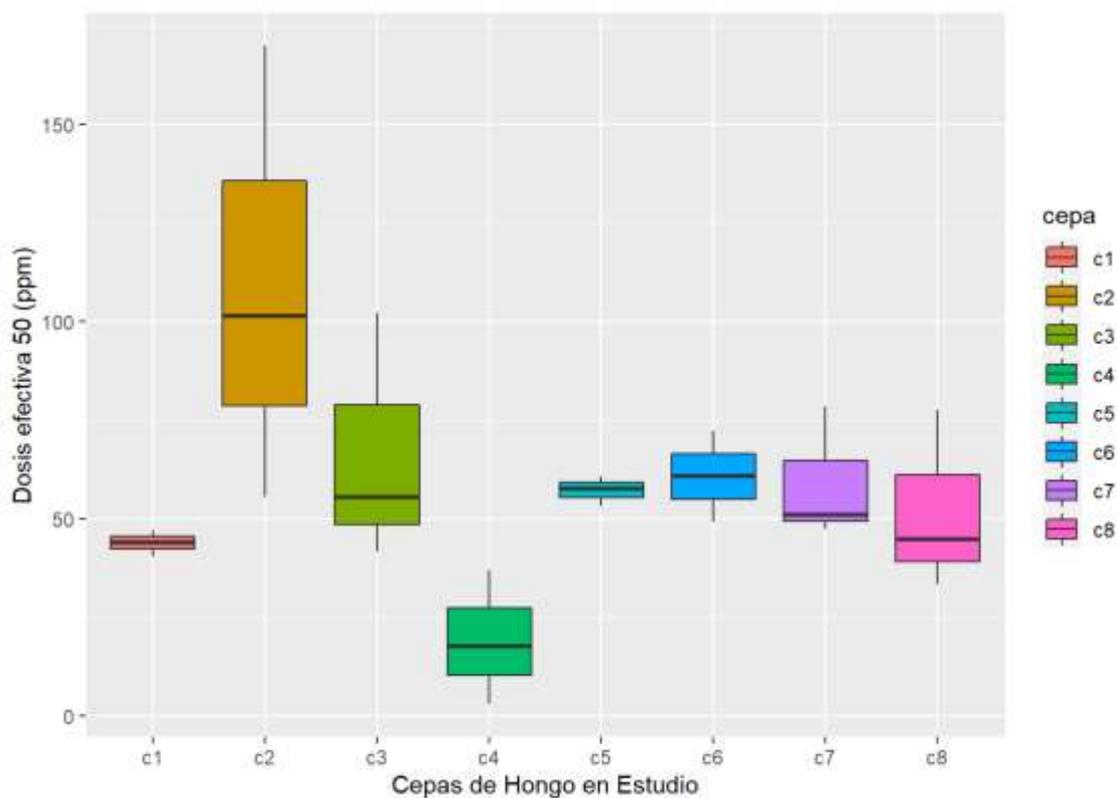


Ilustración 6-4: DE₅₀ de tiabendazol para diferentes cepas de *Moniliophthora roreri*

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La cepa 2 de *M. roreri* presentó mayor DE₅₀ al tiabendazol para su control, en cambio la cepa 4 presentó menor DE₅₀ de tiabendazol (Ilustración 6-4)

Tabla 13-4: Análisis de varianza para DE₅₀ en medio V8 enmendado con tiabendazol en diferentes cepas de *M. roreri*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	13282	1897,5	2,72	0,0461
Error	16	11155	697,2		

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

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA) indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor P=0,0461, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la DE₅₀ (Tabla 13-4).

Tabla 14-4: Test de Tukey al 5% de la DE₅₀ (ppm) de diferentes cepas de *M. roreri* en medio V8 enmendado con diferentes dosis de tiabendazol

Cepa	DE ₅₀ (ppm)	Rango de significancia ¹	Sensibilidad ²
C2	109,09	a	Resistente
C3	66,52	ab	Resistente
C6	60,79	ab	Resistente
C7	59,09	ab	Resistente
C5	57,25	ab	Resistente
C8	51,95	ab	Resistente
C1	43,89	ab	Moderadamente resistente
C4	19,25	b	Moderadamente resistente

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

²Criterios de sensibilidad están basados en la escala descrita por Edgington, et al, 1970.

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% de la DE₅₀ de tiabendazol para diferentes cepas de *M. roreri* mostró tres grupos estadísticos; en el grupo “**a**” se encuentra la cepa 2; en el grupo “**ab**” se encuentran las cepas 3, 6, 7, 5, 8, 1, finalmente en el grupo “**b**” se encuentra la cepa 4. La cepa 2 presentó la mayor DE₅₀ (109,09 ppm) y la cepa 4 la menor DE₅₀ (19,25 ppm), en este caso seis cepas resultaron “Resistentes” y dos cepas “Moderadamente resistentes” al tiabendazol (Tabla 14-4).

4.1.7. Tasa de crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri* (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de tebuconazol.

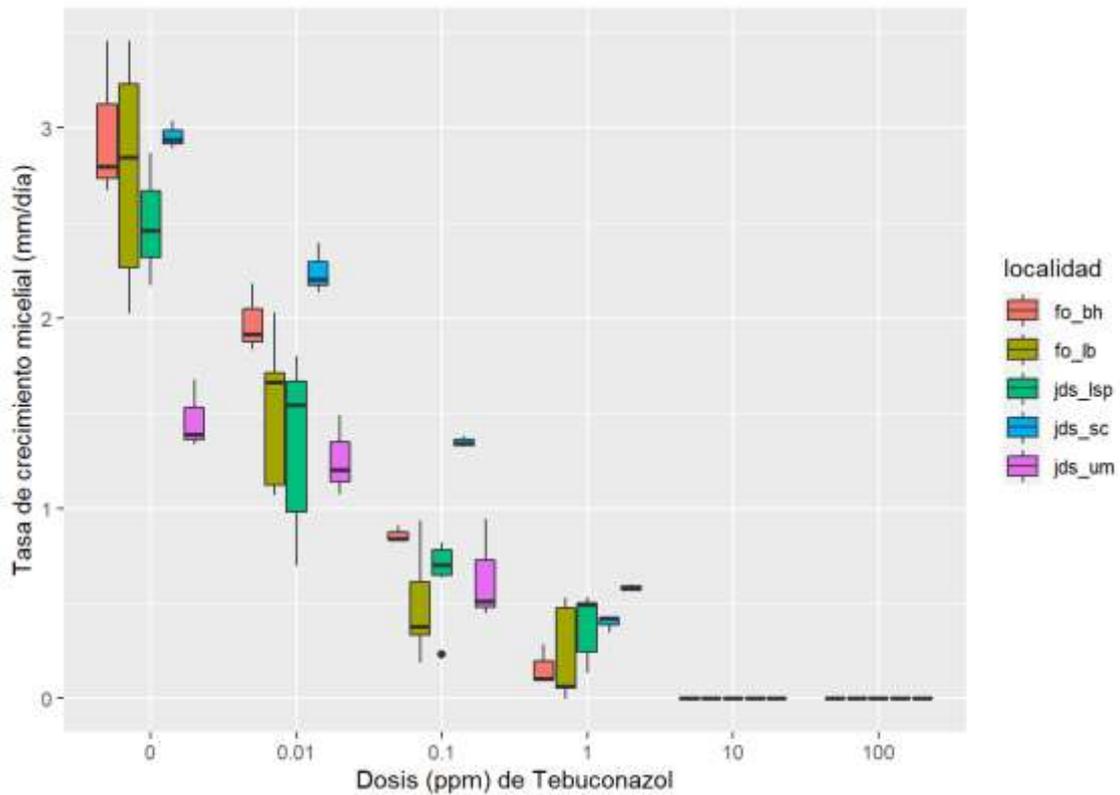


Ilustración 7-4: TCM de *M. roreri* (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con tebuconazol en diferentes dosis

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La TCM de *M. roreri* en la dosis 0 ppm fue mayor en las cepas del cantón Francisco de Orellana, comunidad La Belleza (fo_lb) y menor en las cepas del cantón Joya de los Sachas, comunidad Unión Milagreña (jds_um). Por otro lado, en la dosis 0,01 ppm la TCM fue mayor en cepas del cantón Joya de los Sachas, comunidad San Carlos (jds_sc) y menor en cepas del cantón Joya de los Sachas, comunidad Unión Milagreña (jds_um). En la dosis 0,1 ppm la TCM fue mayor en las cepas del cantón Joya de los Sachas, comunidad San Carlos (jds_sc), y menor en las cepas del cantón Francisco de Orellana, comunidad La Belleza (fo_lb). En la dosis 1ppm presentan la mayor TCM en las cepas del cantón Joya de los Sachas, comunidad Unión Milagreña (jds_um) y menor en las cepas del cantón Francisco de Orellana, comunidad Bajo Huino (fo_bh). Finalmente, en la dosis 10 ppm y 100 ppm no existe TCM para ninguna de las cepas (Ilustración 7-4).

4.1.8. Tasa de crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri* (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de tebuconazol.

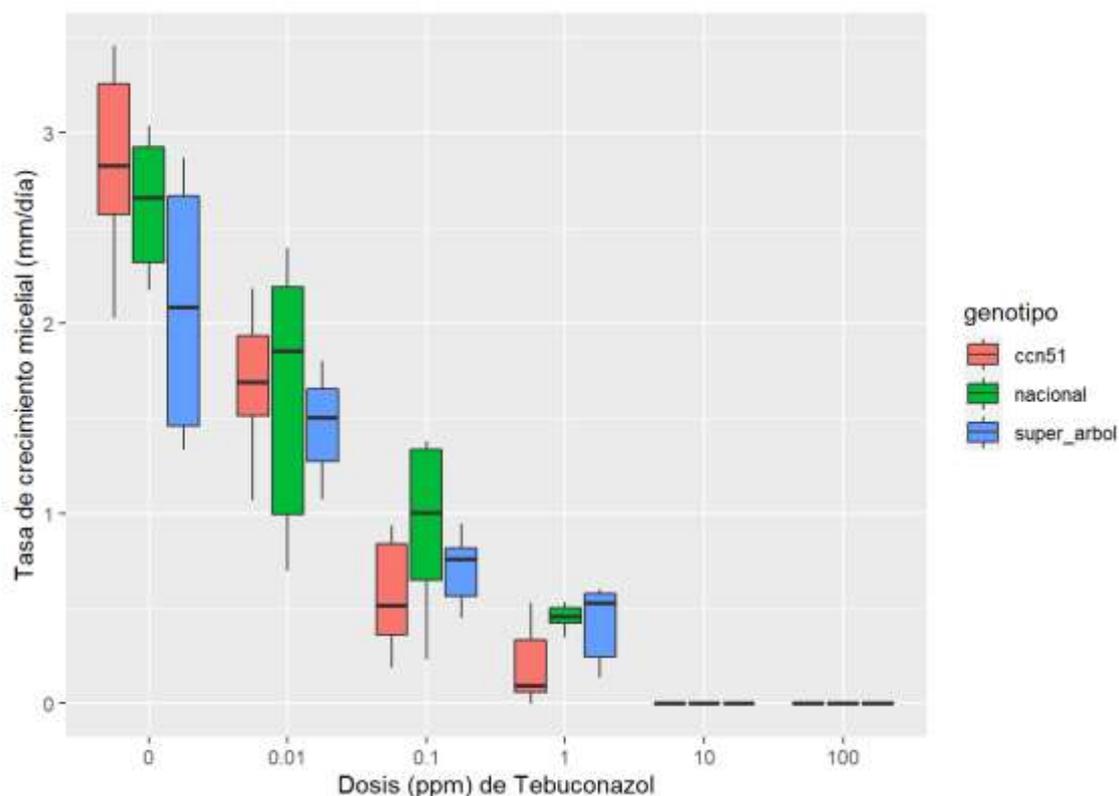


Ilustración 8-4: TCM de *M. roreri* (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con tebuconazol en diferentes dosis

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La TCM de *M. roreri* en la dosis 0 ppm fue mayor en las cepas provenientes del genotipo de cacao CCN51 y menor en las cepas del genotipo Super Árbol. En la dosis 0,01 ppm la TCM fue mayor en cepas del genotipo Nacional y menor en cepas del genotipo Super Árbol. Por otro lado, en la dosis 0,1 ppm la TCM fue mayor en cepas del genotipo Nacional y menor en cepas del genotipo CCN51. En la dosis 1 ppm la TCM fue mayor en cepas del genotipo Super Árbol y menor en cepas del genotipo CCN51. Finalmente, en la dosis 10 ppm y 100 ppm no existió TCM en ninguna de las cepas (Ilustración 8-4)

4.1.9. Tasa de crecimiento micelial de diferentes cepas de *Moniliophthora roreri* en medio V8 enmendado con diferentes dosis de tebuconazol.

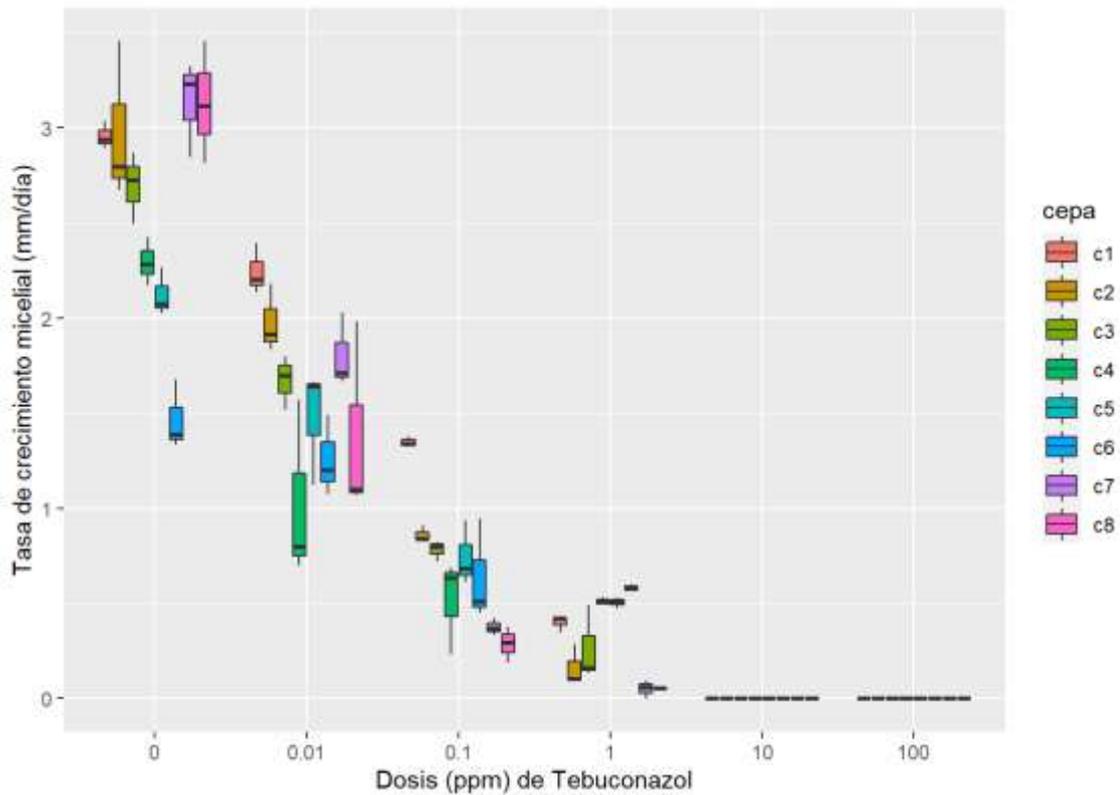


Ilustración 9-4: TCM de diferentes cepas de *M. roreri* en medio V8 enmendado con tebuconazol en diferentes dosis

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La TCM de *M. roreri* con dosis 0 ppm fue mayor en la cepa 2 y menor en la cepa 6. En la dosis 0,01 ppm la TCM fue mayor en la cepa 1 y menor en la cepa 4. En la dosis 0,1 ppm la TCM es mayor en cepa 1 y menor en la cepa 8. En la dosis 1 ppm la TCM es mayor en la cepa 1 y menor en la cepa 2. Finalmente, en la dosis 10 ppm y 100 ppm no presentaron TCM en ninguna de las cepas (Ilustración 9-4).

Tabla 15-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con tebuconazol (1 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	0,95	0,14	18,63	0,0000014***
Error	16	0,12	0,0073		

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

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de $P=0,0000014$, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 15-4).

Tabla 16-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con tebuconazol (1 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C6	0,58	a
C4	0,51	a
C5	0,50	ab
C1	0,40	abc
C3	0,26	bcd
C2	0,16	cd
C8	0,06	d
C7	0,05	d

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 1 ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró seis grupos estadísticos; en el grupo “a” se encuentran las cepas 6, 4; en el grupo “ab” se encuentra la cepa 5; en el grupo “abc” se encuentra la cepa 1; en el grupo “cd” se encuentra la cepa 2 y en el grupo “d” se encuentran la cepa 8, 7. La cepa 6 presentó mayor TCM (0,58 mm/día) y la cepa 7 presentó menor TCM (0,05 mm/día) (Tabla 16-4).

Tabla 17-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con tebuconazol (0,1 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	2,30	0,33	14,53	0,00000752 ***
Error	16	0,36	0,023		

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

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de $P=0,00000752$, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 17-4).

Tabla 18-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con tebuconazol (0,1 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C1	1,35	a
C2	0,86	b
C3	0,78	bc
C5	0,74	bc
C6	0,63	bcd
C4	0,52	bcd
C7	0,38	cd
C8	0,29	d

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 0,1 ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró seis grupos estadísticos; en el grupo “a” se encuentra la cepa 1; en el grupo “b” se encuentra la cepa 2; en el grupo “bc” se encuentran las cepas 3, 4; en el grupo “bcd” se encuentran las cepas 6, 4; en el grupo “cd” se encuentra la cepa 7 y en el grupo “d” se encuentra la cepa 8. La cepa 1 presentó mayor TCM (1,35 mm/día) y la cepa 8 presentó menor TCM (0,29 mm/día) (Tabla 18-4)

Tabla 19-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con tebuconazol (0,01 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	3,35	0,48	5,13	0,00326 **
Error	16	1,49			

Códigos de significancias: 0 **** 0,001 *** 0,01 ** 0,05 * 0,1 ' ' 1

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de P=0,00326, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 19-4).

Tabla 20-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con tebuconazol (0,01 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C1	2,24	a
C2	1,98	ab
C7	1,80	abc
C3	1,67	abc
C5	1,48	abc
C8	1,38	abc
C6	1,26	bc
C4	1,02	c

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 0,01 ppm en diferentes cepas de *M. roreri*, mostró cinco grupos estadísticos; en el grupo “a” se encuentra la cepa 1; en el grupo “ab” se encuentra la cepa 2; en el grupo “abc” se encuentran las cepas 7, 3, 5, 8; en el grupo “bc” se encuentra la cepa 6 y en el grupo “c” se encuentra la cepa 4. La cepa 1 presentó mayor TCM (2,24 mm/día) y la cepa 4 presentó menor TCM (1,02 mm/día) (Tabla 20-4)

Tabla 21-4: Análisis de varianza de la TCM del control (0 ppm) de diferentes cepas de *M. roreri*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	7,35	1,05	18,63	0,0000014***
Error	16	0,09	0,06		

Códigos de significancias: 0 ***** 0,001 *** 0,01 ** 0,05 * 0,1 ' ' 1

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor P=0,0000014, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 21-4).

Tabla 22-4: Test de Tukey al 5% de la TCM del control (0 ppm) de diferentes cepas de *M. roreri*

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C7	3,13	a
C8	3,13	a
C2	2,97	a
C1	2,96	ab
C3	2,69	abc
C4	2,29	bc
C5	2,12	cd
C6	1,46	d

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 0 ppm en diferentes cepas de *M. roreri*, mostró seis grupos estadísticos; en el grupo “**a**” se encuentran las cepas 7, 8, 2; en el grupo “**ab**” se encuentra la cepa 1; en el grupo “**abc**” se encuentra la cepa 3; en el grupo “**bc**” se encuentra la cepa 4; en el grupo “**cd**” se encuentra la cepa 5 y en el grupo “**d**” se encuentra la cepa 6. La cepa 7 presentó mayor TCM (3,13 mm/día) y la cepa 6 presentó menor TCM (1,46 mm/día) (Tabla 22-4).

4.1.10. Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de tebuconazol para diferentes cepas de *Moniliophthora roreri* de diferentes localidades

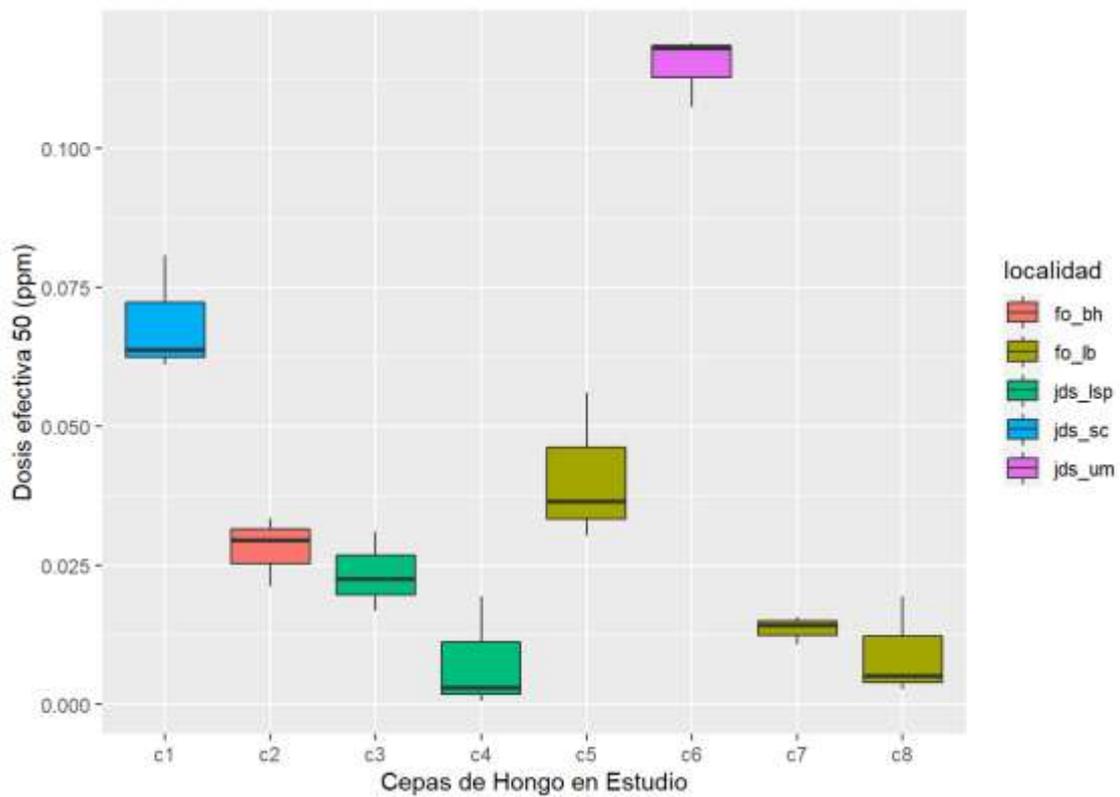


Ilustración 10-4: DE₅₀ de tebuconazol para diferentes cepas de *M. roreri* de diferentes localidades
Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La cepa 6 correspondiente al cantón Joya de los Sachas, comunidad Unión Milagreña (jds_um) presentó mayor DE₅₀ al tebuconazol. Por otro lado, la cepa 4 del cantón Joya de los Sachas, comunidad Lago San Pedro (jds_lsp) presentó menor DE₅₀ al tebuconazol (Ilustración 10-4).

4.1.11. Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de tebuconazol para diferentes cepas de *Moniliophthora roreri* de diferentes genotipos de cacao.

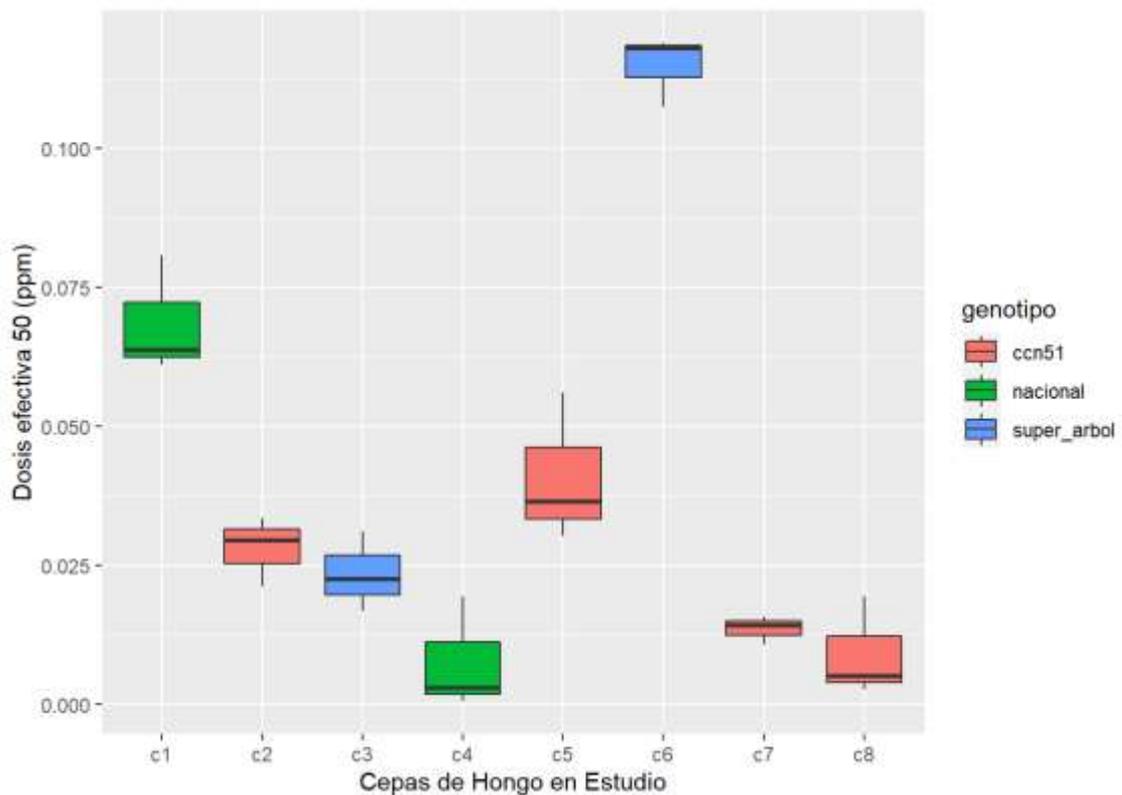


Ilustración 11-4: DE₅₀ de tebuconazol para diferentes cepas de *M. roreri* de diferentes genotipos de cacao

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La cepa 6 de *M. roreri* correspondiente al genotipo de cacao Super Árbol presentó mayor DE₅₀ al tebuconazol. Por otro lado, la cepa 4 correspondiente al genotipo de cacao Nacional presentó menor DE₅₀ al tebuconazol (Ilustración 11-4).

4.1.12. Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de tebuconazol para diferentes cepas de *Moniliophthora roreri*.

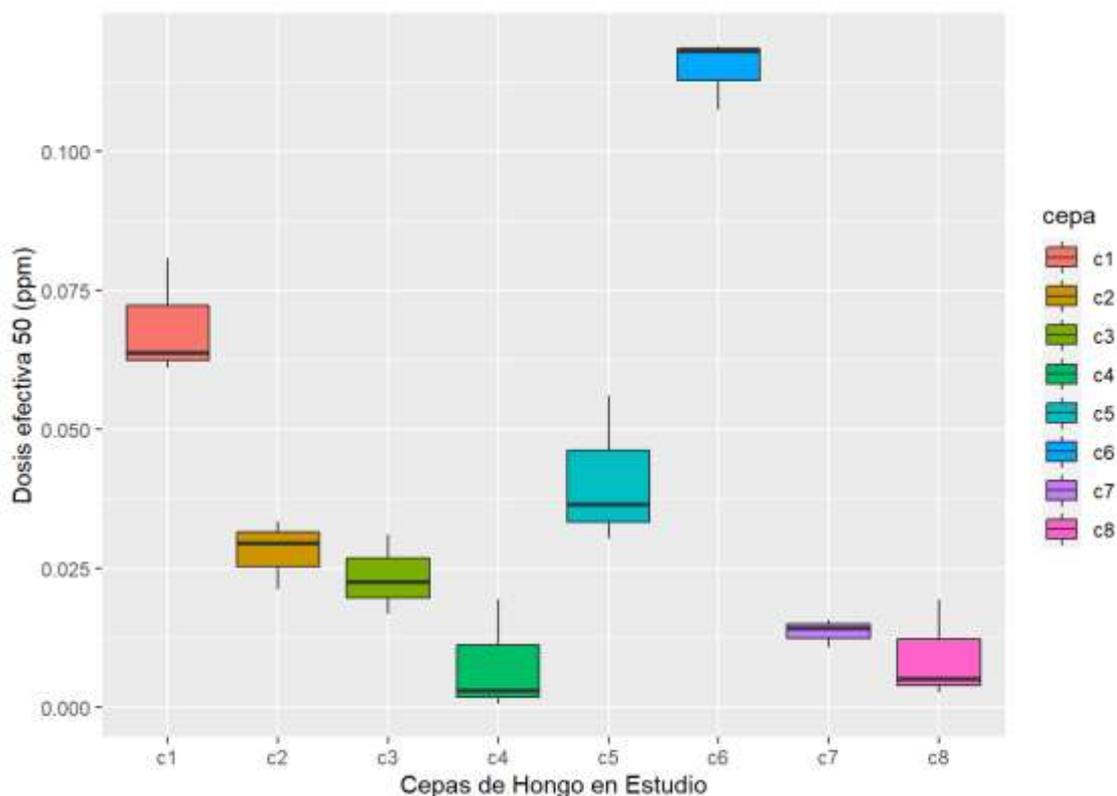


Ilustración 12-4: DE₅₀ de tebuconazol para diferentes cepas de *M. roreri*

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La cepa 6 de *M. roreri* presentó mayor DE₅₀ al tebuconazol y por otro lado la cepa 4 presentó menor DE₅₀ al tebuconazol (Ilustración 12-4)

Tabla 23-4: Análisis de varianza para DE₅₀ en medio V8 enmendado con tebuconazol en diferentes cepas de *M. roreri*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	0,028	0,0041	52,36	0,00000000076 ***
Error	16	0,0012	0,000078		

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

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA) indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor P=0,00000000076, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la DE₅₀ (Tabla 23-4).

Tabla 24-4: Test de Tukey al 5% de la DE₅₀ (ppm) de diferentes cepas de *M. roreri* en medio V8 enmendado con diferentes dosis de tebuconazol

Cepa	DE ₅₀ (ppm)	Rango de significancia ¹	Sensibilidad ²
C6	0,114	a	Sensible
C1	0,068	b	Sensible
C5	0,040	c	Sensible
C2	0,028	cd	Sensible
C3	0,023	cd	Sensible
C7	0,013	d	Sensible
C8	0,009	d	Sensible
C4	0,007	d	Sensible

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

²Criterios de sensibilidad están basados en la escala descrita por Edgington, et al, 1970.

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% de la DE₅₀ de tebuconazol para diferentes cepas de *M. roreri*, mostró cinco grupos estadísticos; en el grupo “**a**” se encuentra la cepa 6; en el grupo “**b**” se encuentra la cepa 1; en el grupo “**c**” se encuentra la cepa 5; en el grupo “**cd**” se encuentra la cepa 2, 3; en el grupo “**d**” se encuentran las cepas 7, 8, 4. La cepa 6 presentó la mayor DE₅₀ (0,114 ppm) y la cepa 4 presentó la menor DE₅₀ (0,007 ppm) y todas las cepas se categorizaron como “Sensibles” al tebuconazol (Tabla 24-4)

4.1.13. Tasa de crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri* (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de azoxystrobin.

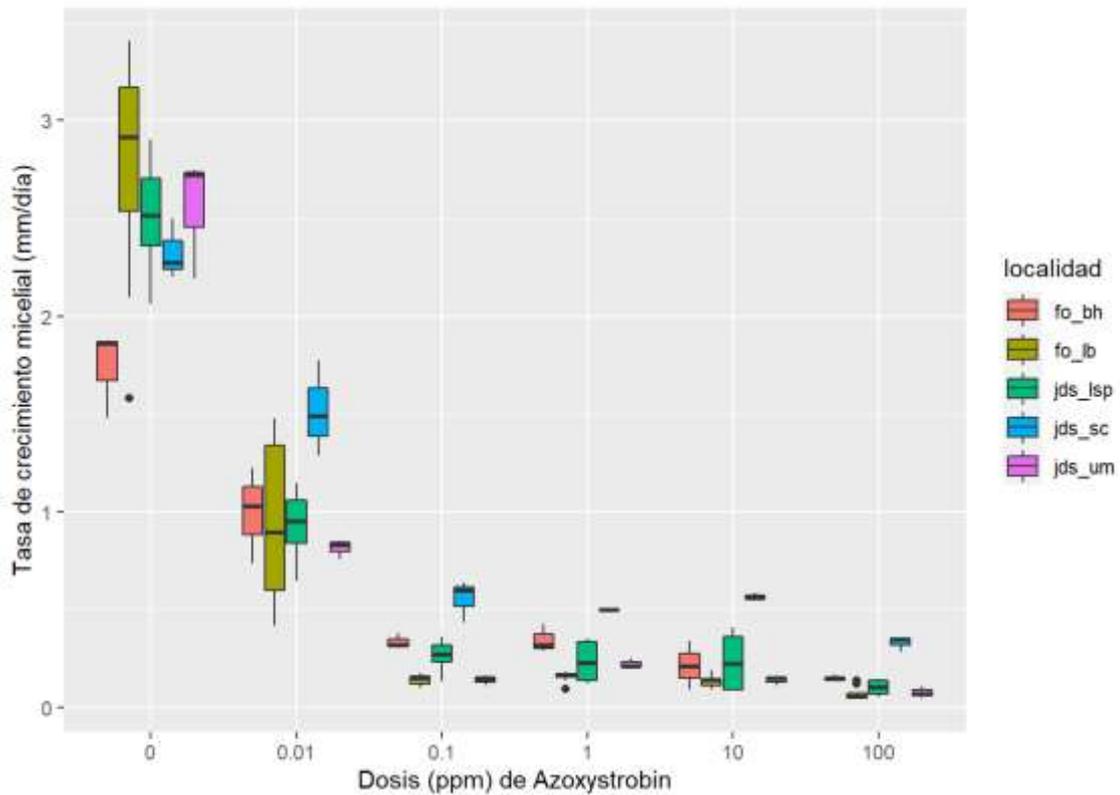


Ilustración 13-4: TCM de *M. roreri* (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con azoxystrobin en diferentes dosis.

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La TCM de *M. roreri* en la dosis 0 ppm fue mayor en las cepas del cantón Francisco de Orellana, comunidad La Belleza (fo_lb) y menor en las cepas del cantón Francisco de Orellana, comunidad Bajo Huino (fo_bh). En las dosis 0,01 ppm y 0,1 ppm la TCM de *M. roreri* fue mayor en cepas del cantón Joya de los Sachas, comunidad San Carlos (jds_sc) y menor en cepas del cantón Joya de los Sachas, comunidad Unión Milagreña (jds_um). En la dosis 1 ppm, 10 ppm y 100 ppm la TCM fue mayor en cepas del cantón Joya de los Sachas, comunidad San Carlos (jds_sc) y menor en cepas del cantón Francisco de Orellana, comunidad La Belleza (fo_lb) (Ilustración 13-4).

4.1.14. Tasa de crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri* (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de azoxystrobin.

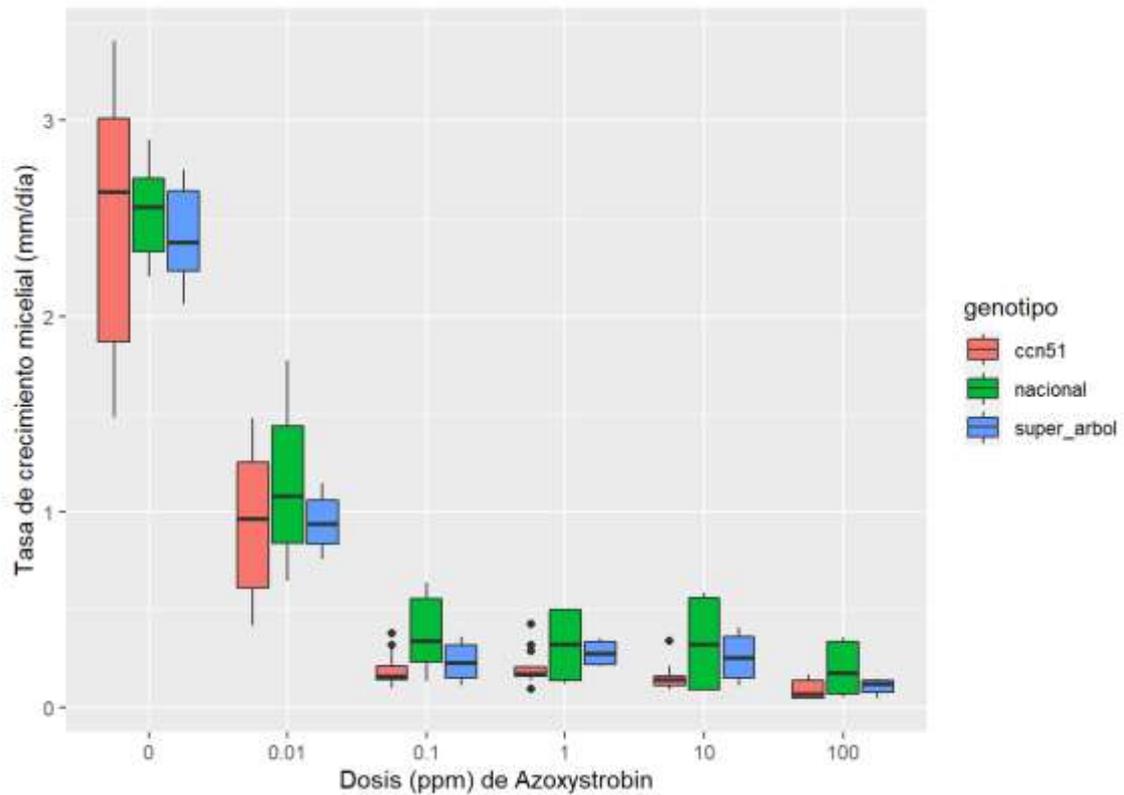


Ilustración 14-4: TCM de *M. roreri* (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con azoxystrobin en diferentes dosis

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La TCM de *M. roreri* en la dosis control 0 ppm fue mayor en las cepas del genotipo de cacao CCN51 y menor en las cepas del genotipo Super Árbol. En la dosis 0,01 ppm TCM fue mayor en cepas del genotipo de cacao Nacional y menor en cepas del genotipo Super Árbol. En las dosis 0,1 ppm, 1 ppm, 10 ppm, 100ppm la TCM de *M. roreri* fue mayor en cepas del genotipo de cacao Nacional y menor en cepas del genotipo CCN51 (Ilustración 14-4).

4.1.15. Tasa de crecimiento micelial de diferentes cepas de *Moniliophthora roreri* en medio V8 enmendado con diferentes dosis de azoxystrobin.

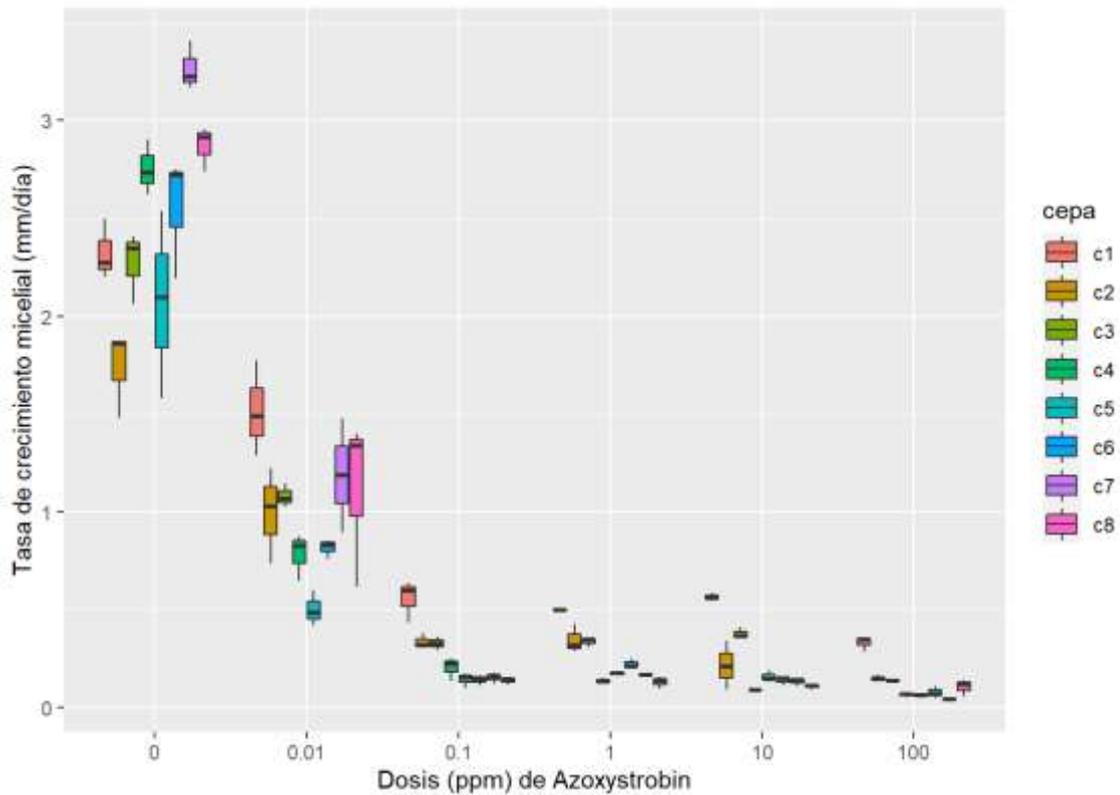


Ilustración 15-4: TCM de diferentes cepas de *M. roreri* en medio V8 enmendado con azoxystrobin en diferentes dosis

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La TCM de *M. roreri* en la dosis 0 ppm fue mayor en la cepa 7 y menor en la cepa 2. En la dosis 0,01 ppm la TCM fue mayor en la cepa 1 y menor en la cepa 6. En la dosis 0,1 ppm la TCM es mayor en la cepa 1 y menor en la cepa 6. Finalmente, en las dosis 1 ppm, 10 ppm, 100 ppm la TCM fue mayor en la cepa 1 y menor en la cepa C8 (Ilustración 15-4).

Tabla 25-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con azoxystrobin (100 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	0,18	0,026	41,64	0,00000000424***
Error	16	0,0099	0,00062		

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

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de $P=0,0000000424$, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 25-4).

Tabla 26-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con azoxystrobin (100 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C1	0,33	a
C2	0,15	b
C3	0,14	bc
C8	0,10	bcd
C6	0,077	cd
C4	0,065	d
C5	0,064	d
C7	0,046	d

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 100 ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró seis grupos estadísticos; en el grupo “a” se encuentra la cepa 1; en el grupo “b” se encuentra la cepa 2; en el grupo “bc” se encuentra la cepa 3; en el grupo “bcd” se encuentra la cepa 8; en el grupo “cd” se encuentra la cepa 6 y en el grupo “d” se encuentran las cepas 4, 5, 7. La cepa 1 presentó mayor TCM (0,33 mm/día) y la cepa 7 presentó menor TCM (0,046 mm/día) (Tabla 26-4).

Tabla 27-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con azoxystrobin (10 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	0,58	0,083	35,19	0,000000148 ***
Error	16	0,038	0,0024		

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

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de $P=0,000000148$, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 27-4).

Tabla 28-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con azoxystrobin (10 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C1	0,57	a
C3	0,38	b
C2	0,22	c
C5	0,16	c
C6	0,14	c
C7	0,14	c
C8	0,11	c
C4	0,09	c

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 10 ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró tres grupos estadísticos; en el grupo “a” se encuentra la cepa 1; en el grupo “b” se encuentra la cepa 3 y en el grupo “c” se encuentran las cepas 2, 5, 6, 7, 8, 4. La cepa 1 presentó la mayor TCM (0,57 mm/día) y la cepa 8 presento menor TCM (0,09 mm/día) (Tabla 28-4)

Tabla 29-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con azoxystrobin (1 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	0,36	0,51	51,75	0,000000000827**
Error	16	0,016	0,00099		

Códigos de significancias: 0 **** 0,001 *** 0,01 ** 0,05 * 0,1 ' ' 1

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de P=0,000000000827, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 29-4).

Tabla 30-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con azoxystrobin (1 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C1	0,50	a
C2	0,35	b
C3	0,34	b
C6	0,3	c
C5	0,17	cd
C7	0,17	cd
C4	0,14	cd
C8	0,13	d

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 1 ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró cinco grupos estadísticos; en el grupo “a” se encuentra la cepa 1; en el grupo “d” se encuentran las cepas 2, 3; en el grupo “c” se encuentra la cepa 6; en el grupo “cd” se encuentran las cepas 5, 7, 4 y en el grupo “d” se encuentra la cepa 8. La cepa 1 presentó mayor TCM (0,50 mm/día) y la cepa 8 presentó menor TCM (0,13 mm/día) (Tabla 30-4)

Tabla 31-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con azoxystrobin (0,1 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	0,46	0,066	24,88	0,000000184***
Error	16	0,043	0,0027		

Códigos de significancias: 0 **** 0,001 *** 0,01 ** 0,05 * 0,1 ' ' 1

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de P=0,000000184, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 31-4).

Tabla 32-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con azoxystrobin (0,1 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C1	0,56	a
C2	0,34	b
C3	0,34	b
C4	0,20	bc
C7	0,16	c
C5	0,14	c
C6	0,14	c
C8	0,14	c

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 0,1 ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró cuatro grupos estadísticos; en el grupo “a” se encuentra la cepa 1; en el grupo “b” se encuentra la cepa 2, 3; en el grupo “bc” se encuentra la cepa 4; en el grupo “c” se encuentran las cepas 7, 5, 6, 8. La cepa 1 presentó la mayor TCM (0,56 mm/día) y la cepa 8 presentó la menor TCM (0,14 mm/día) (Tabla 32-4).

Tabla 33-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con azoxystrobin (0,01 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	1,96	0,28	5,29	0,00281 **
Error	16	0,85	0,053		

Códigos de significancias: 0 **** 0,001 *** 0,01 ** 0,05 * 0,1 ' ' 1

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de P=0,00281, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 33-4).

Tabla 34-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con azoxystrobin (0,01 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C1	1,52	a
C7	1,19	ab
C8	1,12	abc
C3	1,08	abc
C2	0,99	abc
C6	0,82	bc
C4	0,79	bc
C5	0,50	c

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 0,01 ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró cinco grupos estadísticos; en el grupo “a” se encuentra la cepa 1; en el grupo “ab” de encuentra la cepa 7; en l grupo “abc” se encuentra la cepa 8, 3, 2; en el grupo “bc” se encuentra la cepa 6, 4; en el grupo “c” se encuentra la cepa 5. La cepa 1 presentó la mayor TCM (1,52 mm/día) y la cepa 5 presentó la menor TCM (0,50 mm/día) (Tabla 34-4).

Tabla 35-4: Análisis de varianza de la TCM del control (0 ppm) de diferentes cepas de *M. roreri*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	4,90	0,70	11,62	0,000032
Error	16	0,96	0,06		

Códigos de significancias: 0 **** 0,001 *** 0,01 ** 0,05 * 0,1 ' ' 1

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de P=0,000032, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 35-4).

Tabla 36-4: Test de Tukey al 5% de la TCM del control (0 ppm) de diferentes cepas de *M. roreri*

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C7	3,27	a
C8	2,87	ab
C4	2,75	abc
C6	2,55	bc
C1	2,33	bcd
C3	2,27	bcd
C5	2,07	cd
C2	1,74	d

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 0 ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró siete grupos estadísticos; en el grupo “**a**” se encuentra la cepa 7; en el grupo “**ab**” se encuentra la cepa 8; en el grupo “**abc**” se encuentra la cepa 4; en el grupo “**bc**” se encuentra la cepa 6; en el grupo “**bcd**” se encuentran las cepas 1, 3; en el grupo “**cd**” se encuentra la cepa 5 y en el grupo “**d**” se encuentra la cepa 2. La cepa 7 presentó mayor TCM (3,27 mm/día) y la cepa 2 presentó menor TCM (1,74 mm/día) (Tabla 36-4).

4.1.16. Dosis Efectiva 50 (DE_{50}) de azoxystrobin para diferentes cepas de *Moniliophthora roreri* de diferentes localidades

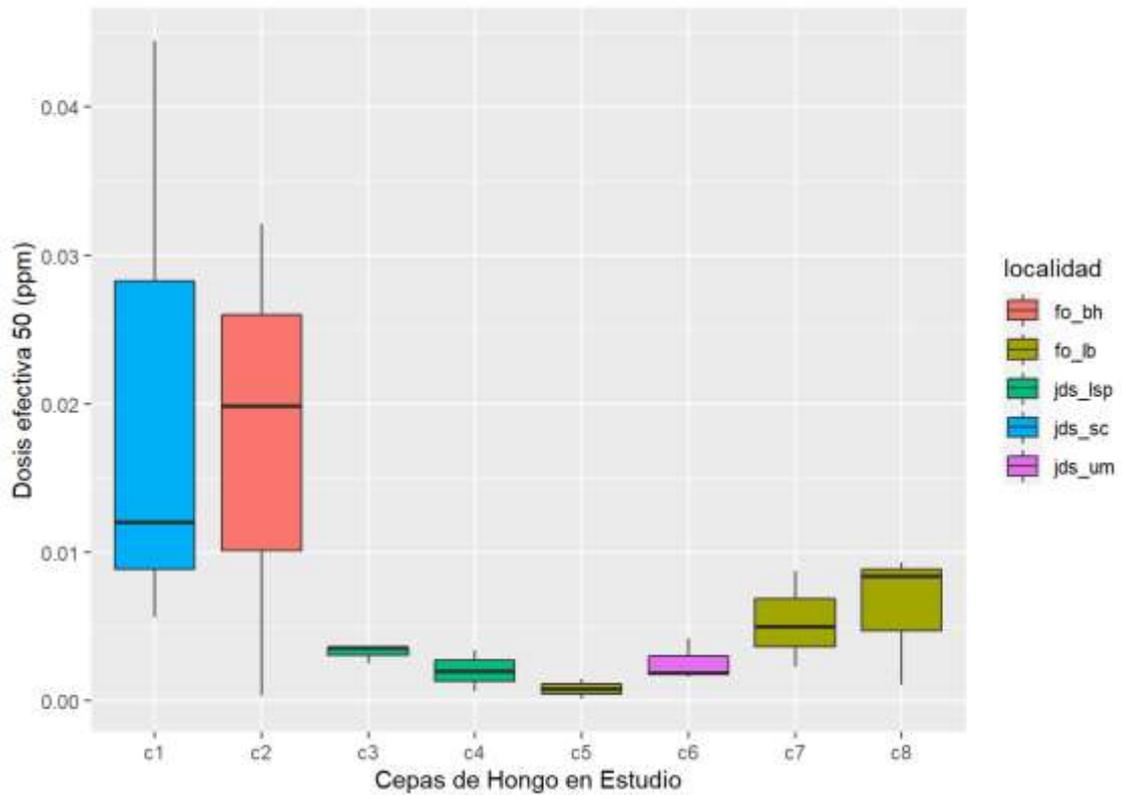


Ilustración 16-4: DE_{50} de azoxystrobin para diferentes cepas de *M. roreri* de diferentes localidades

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La cepa 1 correspondiente al cantón Joya de los Sachas, comunidad San Carlos (jds_sc) presentó mayor DE_{50} al azoxystrobin. Por otro lado, la cepa 5 del cantón Francisco de Orellana, comunidad La Belleza (fo_lb) presentó menor DE_{50} al azoxystrobin (Ilustración 16-4).

4.1.17. Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de azoxystrobin para diferentes cepas de diferentes cepas de *Moniliophthora roreri* de diferentes genotipos de cacao

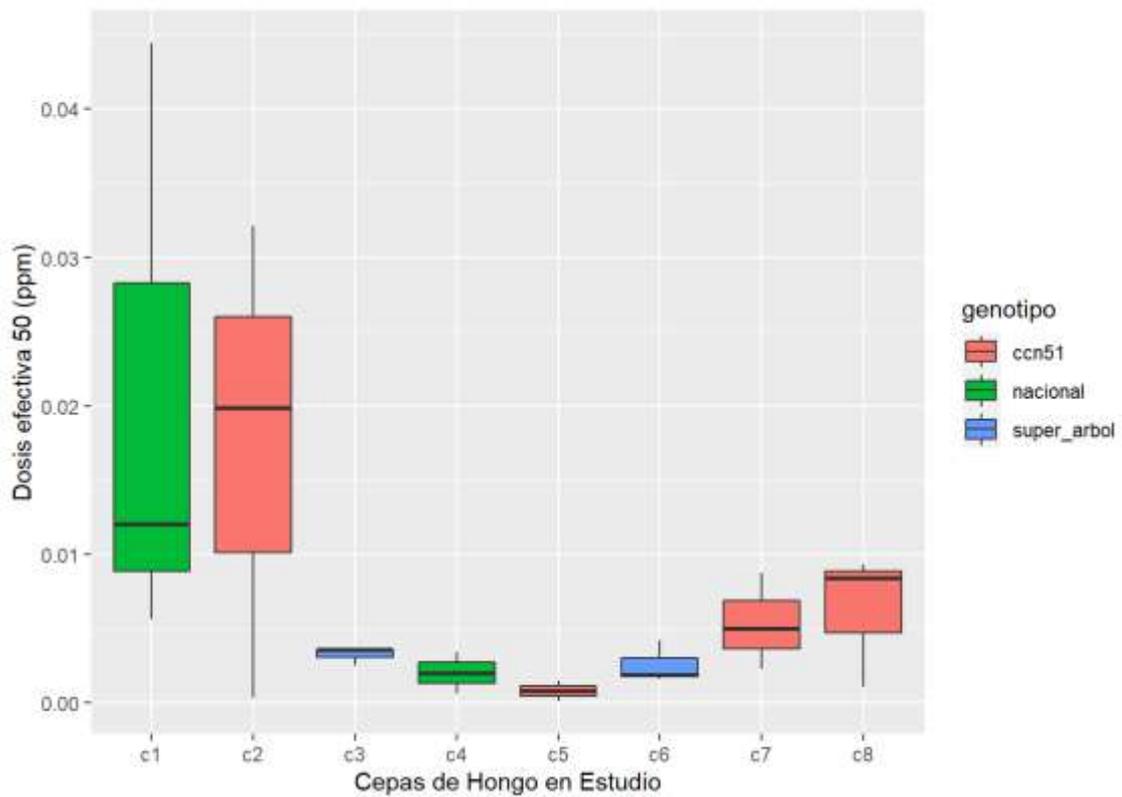


Ilustración 17-4: DE₅₀ de azoxystrobin para diferentes cepas de *M. roreri* de diferentes genotipos de cacao

Realizado por: Tenegusñay, Vanessa 2022.

La cepa 1 de *M. roreri* correspondiente al genotipo de cacao Nacional presentó mayor DE₅₀ al azoxystrobin. La cepa 5 que de igual forma corresponde al genotipo de cacao CCN51 presentó menor DE₅₀ al azoxystrobin (Ilustración 17-4).

4.1.18. Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de azoxystrobin para diferentes cepas de *Moniliophthora roreri*.

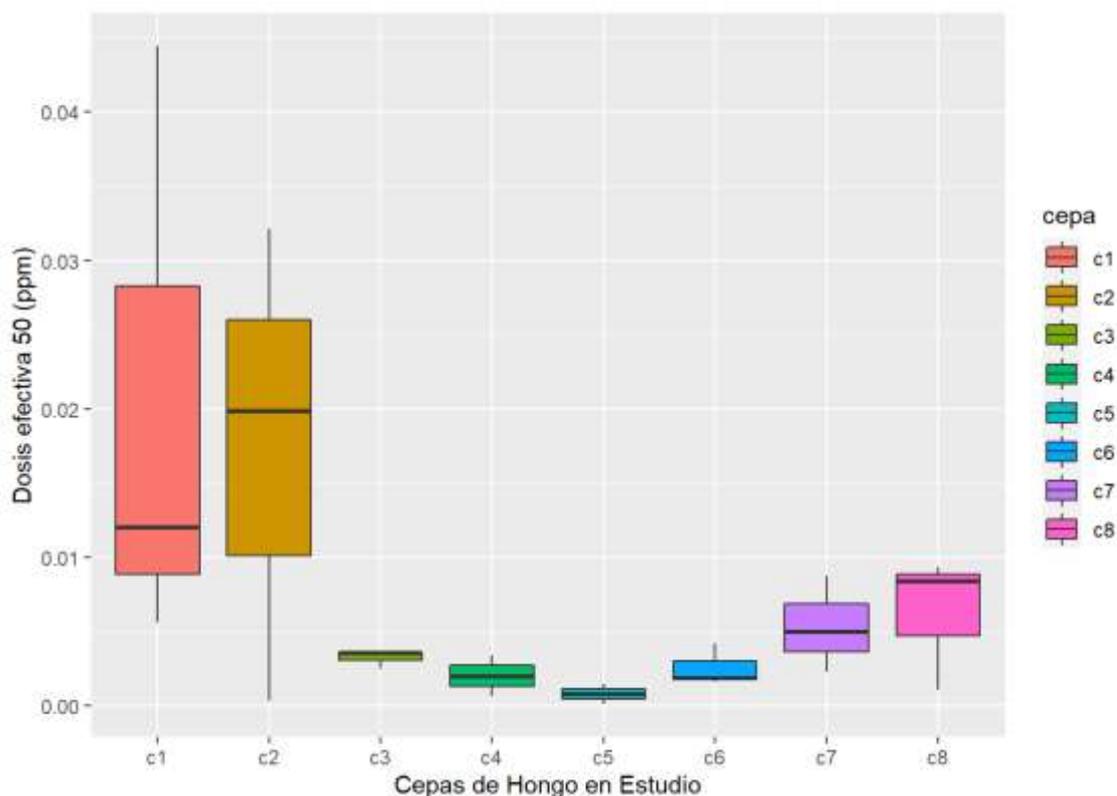


Ilustración 18-4: DE₅₀ de azoxystrobin para diferentes cepas de *M. roreri*

Realizado por: Tenegusñay, Vanessa 2022.

La cepa 1 de *M. roreri* presentó mayor DE₅₀ al azoxystrobin. Por otro lado, la cepa 5 presentó menor DE₅₀ al azoxystrobin (Ilustración 18-4)

Tabla 37-4: Análisis de varianza para DE₅₀ en medio V8 enmendado con azoxystrobin en diferentes cepas de *M. roreri*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	0,0011	0,00016	1,695	0,185
Error	15	0,0014	0,000097		

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

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA) indico que, no existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor P=7,57e-10 (Tabla 37-4).

Tabla 38-4: Test de Tukey al 5% de la DE₅₀ (ppm) de diferentes cepas de *M. roreri* en medio V8 enmendado con diferentes dosis de azoxystrobin

Cepa	DE ₅₀ (ppm)	Rango de significancia ¹	Significancia ²
C1	0,020	a	Sensible
C2	0,017	a	Sensible
C8	0,006	a	Sensible
C7	0,005	a	Sensible
C3	0,003	a	Sensible
C6	0,002	a	Sensible
C4	0,002	a	Sensible
C5	0,0008	a	Sensible

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

²Criterios de sensibilidad están basados en la escala descrita por Edgington, et al, 1970.

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% de la DE₅₀ de azoxystrobin para diferentes cepas de *M. roreri* mostró un grupo específico para todas las cepas. La cepa 1 presentó la mayor DE₅₀ (0,020 ppm) y la cepa 5 presentó la menor DE₅₀ (0,0008 ppm, donde los valores no se diferencian mucho y todas las cepas resultaron “Sensibles” al azoxystrobin. (Tabla 38-4)

4.1.19. Tasa de crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri* (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de boscalid.

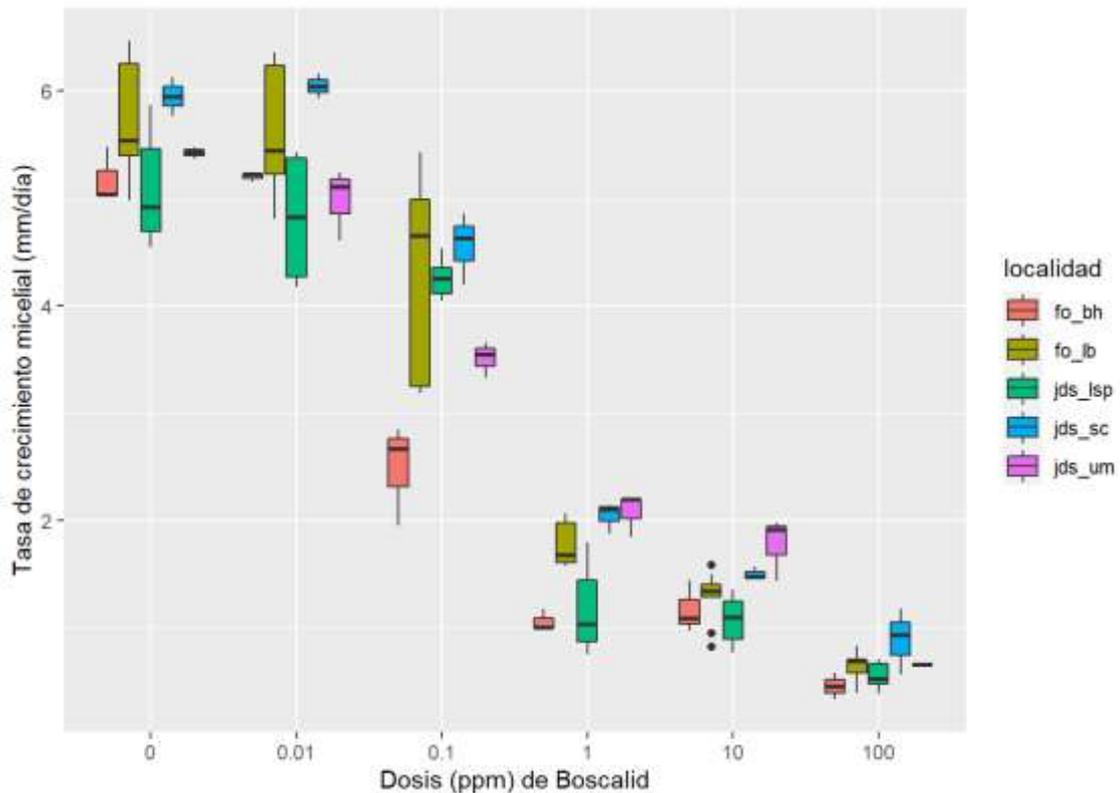


Ilustración 19-4: TCM de *M. roreri* (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con boscalid en diferentes dosis

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La TCM de *M. roreri* en la dosis 0 ppm fue mayor en las cepas del cantón Francisco de Orellana, comunidad La Belleza (fo_lb) y menor en las cepas del cantón Francisco de Orellana, Bajo Huino (fo_bh). En la dosis 0,01 ppm y 0,1 pm la TCM fue mayor en cepas del cantón Francisco de Orellana, comunidad la Belleza (fo_lb) y menor en cepas del cantón Joya de los Sachas, comunidad Unión Milagreña (jds_um). En la dosis 1ppm la TCM fue mayor en cepas del cantón Joya de los Sachas, Unión Milagreña (jds_um) y menor en cepas del cantón Francisco de Orellana, Bajo Huino (fo_bh). En la dosis 10 ppm la TCM fue mayor en cepas del cantón Joya de los Sachas, Unión Milagreña (jds_um) y menor en cepas del cantón Joya de los Sachas, comunidad Lago San Pedro (jds_lsp). En la dosis 100 ppm la TCM fue mayor en cepas del cantón Joya de los Sacha, comunidad San Carlos (jds_sc) y menor en las cepas del cantón Francisco de Orellana, Bajo Huino (fo_bh) (Ilustración 19-4).

4.1.20. Tasa de crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri* (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de boscalid.

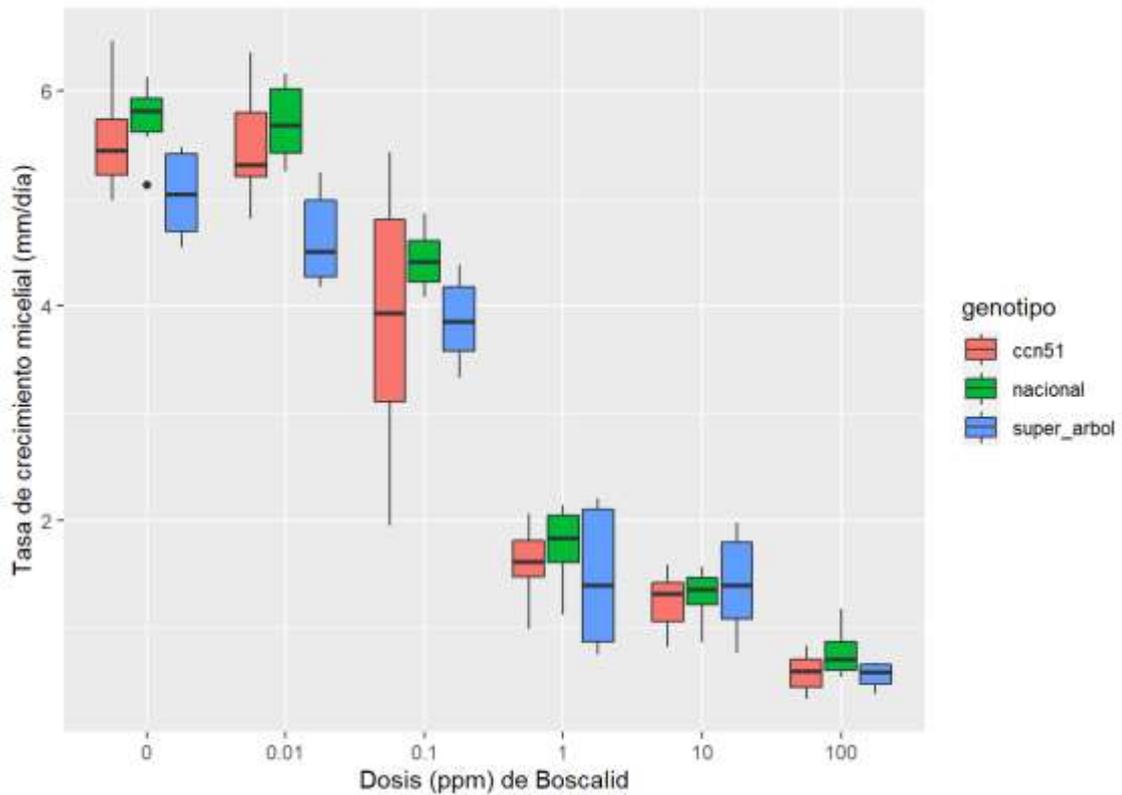


Ilustración 20-4: TCM de *M. roreri* (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con boscalid en diferentes dosis

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La TCM de *M. roreri* en la dosis 0 ppm y 0,01ppm fue mayor en las cepas del genotipo de cacao Nacional y menor en las cepas del genotipo Super Árbol. En las dosis 0,1 ppm la TCM fue mayor en las cepas del genotipo de cacao CCN51 y menor en cepas del genotipo Super Árbol. En la dosis 1 ppm y 10 ppm la TCM fue mayor en cepas del genotipo de cacao Super Árbol y menor en cepas del genotipo CCN51. Finalmente, la TCM fue mayor en cepas del genotipo de cacao Nacional y menor en cepas del genotipo Super Árbol (Ilustración 20-4).

4.1.21. Tasa de crecimiento micelial de diferentes cepas de *Moniliophthora roreri* en medio V8 enmendado con diferentes dosis de boscalid.

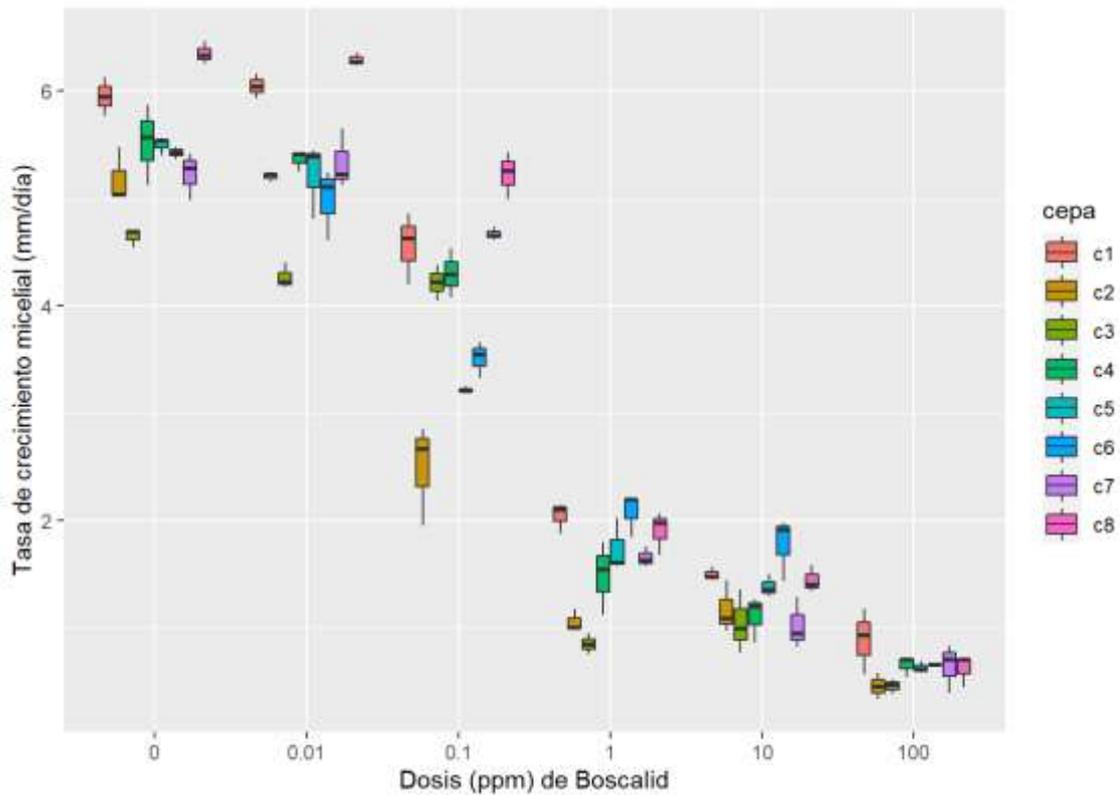


Ilustración 21-4: TCM de diferentes cepas de *M. roreri* en medio V8 enmendado con boscalid en diferentes dosis

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La TCM de *M. roreri* en las dosis 0 ppm y 0,01ppm fue mayor en la cepa 8 y menor en la cepa 3. En la dosis 0,1ppm la TCM fue mayor en la cepa 8 y menor en la cepa 2. En las dosis 1 ppm y 10 ppm la TCM fue mayor en la cepa 6 y menor en la cepa 3. Finalmente, en la dosis 100ppm la TCM fue mayor en la cepa 1 y menor en la cepa 3 (Ilustración 21-4).

Tabla 39-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con boscalid (100 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	0,39	0,056	2,24	0,0867
Error	16	0,040	0,025		

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

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que, no existe diferencia significativa en el factor cepa (Tabla 39-4).

Tabla 40-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con boscalid (100 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C1	0,89	a
C6	0,67	a
C4	0,65	a
C7	0,64	a
C5	0,63	a
C8	0,62	a
C2	0,45	a
C3	0,45	a

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 100 ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró un solo grupo estadístico para las cepas. La cepa 1 presentó la mayor TCM (0,89 mm/día) y la cepa 3 presentó menor TCM (0,45 mm/día) (Tabla 40-4).

Tabla 41-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con boscalid (10 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	1,49	0,21	4,59	0,00554 **
Error	16	0,74	0,046		

Códigos de significancias: 0 *****, 0,001 ***, 0,01 **, 0,05 *, 0,1 ' ' 1

Realizado por: Tenegusñay, Vanessa, 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de P=0,00554, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 41-4).

Tabla 42-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. royeri* enmendado con boscalid (10 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C6	1,78	a
C1	1,50	ab
C8	1,44	ab
C5	1,38	ab
C2	1,17	ab
C4	1,11	b
C3	1,040	b
C7	1,019	b

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 10 ppm en diferentes cepas de *M. royeri* mostró tres grupos estadísticos; en el grupo “**a**” se encuentra la cepa 6; en el grupo “**ab**” se encuentran las cepas 1, 8, 5, 2 y en el grupo “**b**” se encuentran las cepas 4, 3, 7. La cepa 6 presentó la mayor TCM (1,78 mm/día) y la cepa 7 presentó la menor TCM (1,019 mm/día) (Tabla 42-4).

Tabla 43-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. royeri* enmendado con boscalid (1 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	4,25	0,61	15,62	0,00000463 ***
Error	16	0,62	0,039		

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

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de P=0,00000463, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. royeri* con respecto a la TCM (Tabla 43-4).

Tabla 44-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con boscalid (1 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C6	2,08	a
C1	2,04	ab
C8	1,91	ab
C5	1,74	ab
C7	1,66	ab
C4	1,49	bc
C2	1,06	cd
C3	0,85	d

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 1ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró cinco grupos estadísticos; en el grupo “a” se encuentra la cepa 6; en el grupo “ab” se encuentran las cepas 1, 8, 5, 7; en el grupo “bc” se encuentra la cepa 4; en el grupo “cd” se encuentra la cepa 2; en el grupo “d” se encuentra la cepa 3. La cepa 6 presentó la mayor TCM (2,08 mm/día) y la cepa 3 presentó la menor TCM (0,85 mm/día) (Tabla 44-4)

Tabla 45-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con boscalid (0,1 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	16,62	2,37	38,5	0,0000000076 ***
Error	16	0,99	0,061		

Códigos de significancias: 0 **** 0,001 *** 0,01 ** 0,05 * 0,1 ' ' 1

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de P=0,0000000076, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 45-4).

Tabla 46-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con boscalid (0,1 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C8	5,23	a
C7	4,67	ab
C1	4,56	ab
C4	4,30	b
C3	4,22	b
C6	3,51	c
C5	3,21	c
C2	2,49	d

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 0,1ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró cinco grupos estadísticos; en el grupo “a” se encuentra la cepa 8; en el grupo “ab” se encuentra la cepa 7, 1; en el grupo “b” se encuentran las cepas 4, 3; en el grupo “c” se encuentran las cepas 6, 5 y en el grupo “d” se encuentra la cepa 2. La cepa 8 presentó la mayor TCM (5,23 mm/día) y la cepa 2 presentó la menor TCM (2,49 mm/día) (Tabla 46-4).

Tabla 47-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con boscalid (0,01 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	8,14	1,16	26,14	0,000000129***
Error	16	0,71	0,045		

Códigos de significancias: 0 **** 0,001 *** 0,01 ** 0,05 * 0,1 ' ' 1

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de P=0,000000129, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 47-4).

Tabla 48-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con boscalid (0,01 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C8	6,29	a
C1	6,05	a
C4	5,36	b
C7	5,33	b
C5	5,22	b
C2	5,20	b
C6	4,99	b
C3	4,27	c

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 0,01 ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró tres grupos estadísticos; en el grupo “a” se encuentran las cepas 8, 1; en el grupo “b” se encuentran las cepas 1, 4, 7, 5, 2, 6 y en el grupo “c” se encuentra la cepa 3. La cepa 8 presentó la mayor TCM (6,29 mm/día) y la cepa 3 presentó la menor TCM (4,27 mm/día) (Tabla 48-4)

Tabla 49-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* (0 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	5,49	0,78	19,89	0,0000000891***
Error	16	0,63	0,039		

Códigos de significancias: 0 **** 0,001 *** 0,01 ** 0,05 * 0,1 * 1

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de P=0,0000000891, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 49-4).

Tabla 50-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* (0 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C8	6,35	a
C1	5,95	ab
C4	5,52	bc
C5	5,50	bc
C6	5,42	bc
C7	5,23	c
C2	5,18	cd
C3	4,65	d

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 0 ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró seis grupos estadísticos; en el grupo “**a**” se encuentra la cepa 8; en el grupo “**ab**” se encuentra la cepa 1; en el grupo “**bc**” se encuentran las cepas 4, 5, 6; en el grupo “**c**” se encuentra la cepa 7; en el grupo “**cd**” se encuentra la cepa 2 y en el grupo “**d**” se encuentra la cepa 3. La cepa 8 presentó la mayor TCM (6,35 mm/día) y la cepa 3 presentó la menor TCM (4,65 mm/día) (Tabla 50-4).

4.1.22. Dosis Efectiva 50 (DE_{50}) de boscalid para diferentes cepas de *Moniliophthora roreri* de diferentes localidades.

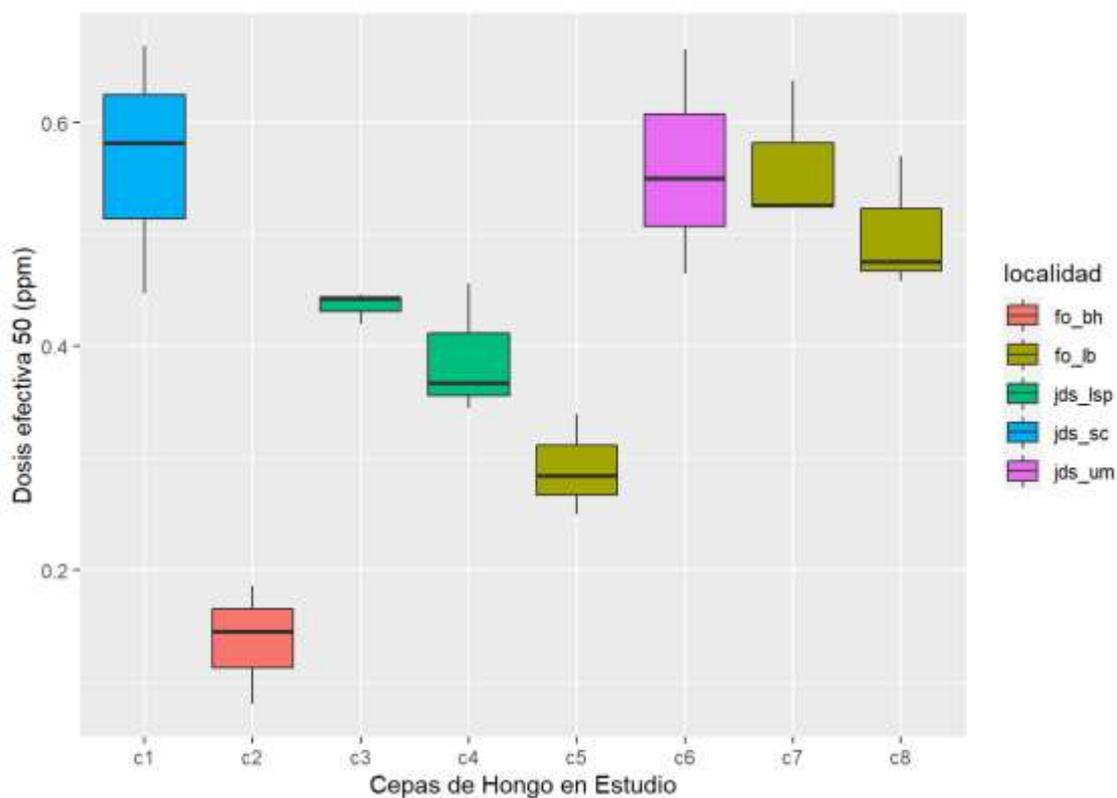


Ilustración 22-4: DE_{50} de boscalid para diferentes cepas de *M. roreri* de diferentes localidades

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La cepa 1 de *M. roreri* correspondiente al cantón Joya de los Sachas, comunidad San Carlos (jds_sc) presentó mayor DE_{50} al boscalid. Por otro lado, la cepa 2 del cantón Francisco de Orellana, comunidad Bajo Huino (fo_bh) presentó menor DE_{50} al boscalid (Ilustración 22-4).

4.1.23. Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de boscalid para diferentes cepas de *Moniliophthora roreri* de diferentes genotipos de cacao.

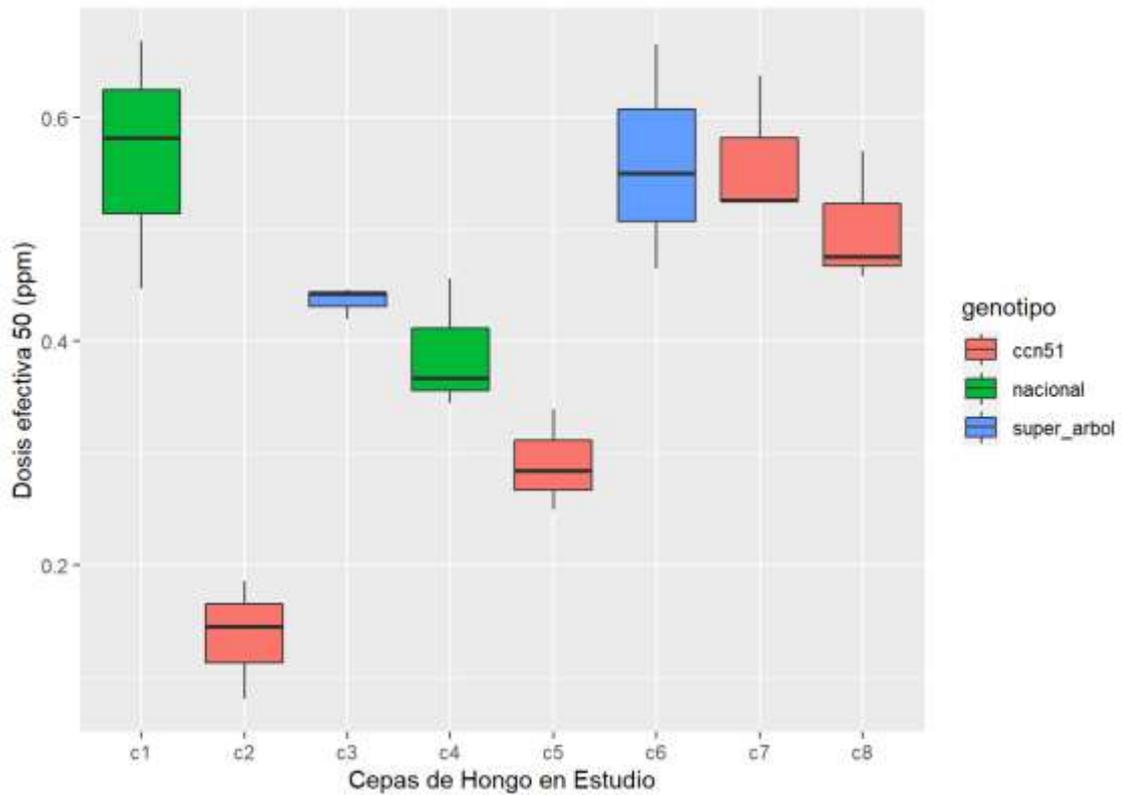


Ilustración 23-4: DE₅₀ de boscalid para diferentes cepas de *M. roreri* de diferentes genotipos de cacao

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La cepa 1 de *M. roreri* correspondiente al genotipo de cacao nacional presentó mayor DE₅₀ al boscalid. Por otro lado, la cepa 2 del genotipo de cacao CCN51 presentó menor DE₅₀ al boscalid (Ilustración 23-4).

4.1.24. Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de boscalid para diferentes cepas de *Monilophthora roreri*.

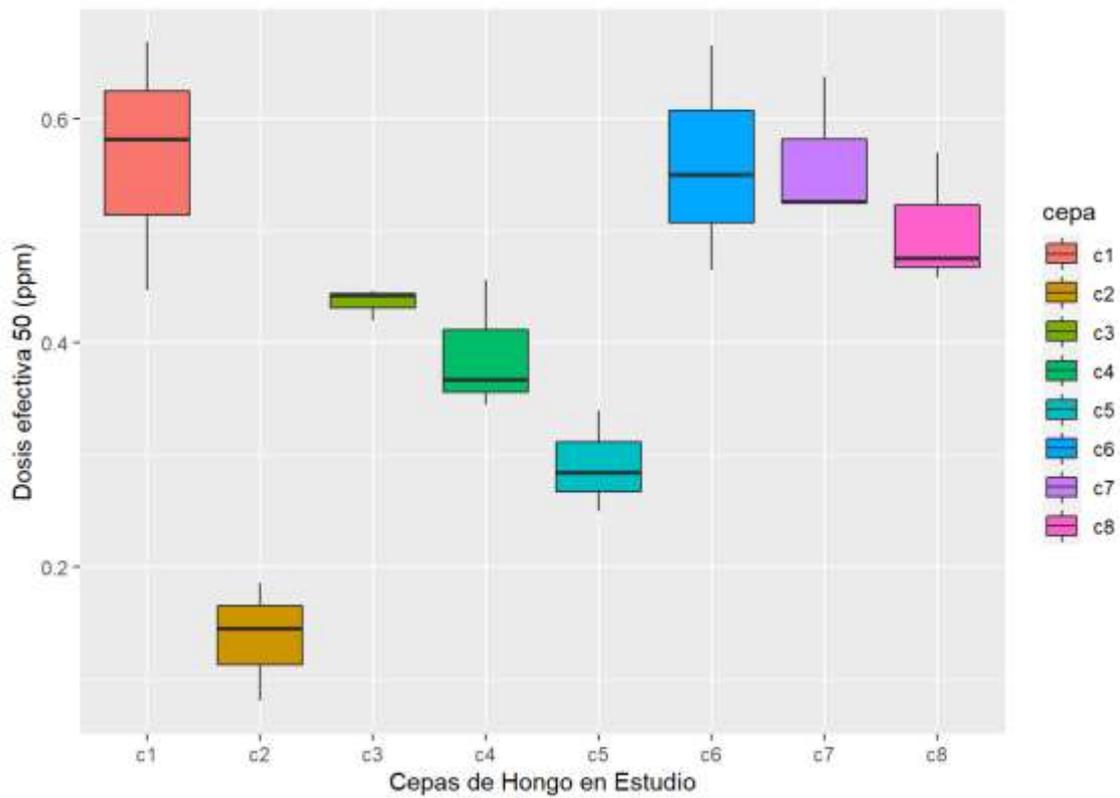


Ilustración 24-4: DE₅₀ de boscalid para diferentes cepas de *M. roreri*

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La cepa 1 de *M. roreri* presentó mayor DE₅₀ al boscalid; mientras que, la cepa 2 presentó menor DE₅₀ al boscalid (Ilustración 24-4).

Tabla 51-4: Análisis de varianza para DE₅₀ en medio V8 enmendado con boscalid en diferentes cepas de *M. roreri*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	0,50	0,071	14,53	0,0000075***
Error	16	0,078	0,0049		

Códigos de significancias: 0 *****, 0,001 ***, 0,01 **, 0,05 *, 0,1 ' ' 1

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA) indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor P=0,0000075, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la DE₅₀ (Tabla 51-4).

Tabla 52-4: Test de Tukey al 5% de la DE₅₀ (ppm) de diferentes cepas de *M. roreri* en medio V8 enmendado con diferentes dosis de boscalid

Cepa	DE ₅₀ (ppm)	Rango de significancia ¹	Sensibilidad ²
C1	0,565	a	Sensible
C7	0,56	a	Sensible
C6	0,56	a	Sensible
C8	0,50	a	Sensible
C3	0,44	ab	Sensible
C4	0,39	ab	Sensible
C5	0,29	bc	Sensible
C2	0,14	c	Sensible

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

²Criterios de sensibilidad están basados en la escala descrita por Edgington, et al, 1970.

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% de la DE₅₀ de boscalid para diferentes cepas de *M. roreri* mostró cuatro grupos estadísticos; en el grupo “**a**” se encuentran las cepas 1, 7, 6, 8; en el grupo “**ab**” se encuentran las cepas 3, 4; en el grupo “**bc**” se encuentra la cepa 5 y en el grupo “**c**” se encuentra la cepa 2. La cepa 1 presentó la mayor DE₅₀ (0,565 ppm) y la cepa 2 presentó la menor DE₅₀ (0,14 ppm) considerando que los valores no difieren mucho y todas las cepas se categorizaron como “Sensibles” al boscalid. (Tabla 52-4)

4.1.25. Tasa de crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri* (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de sales de cobre.

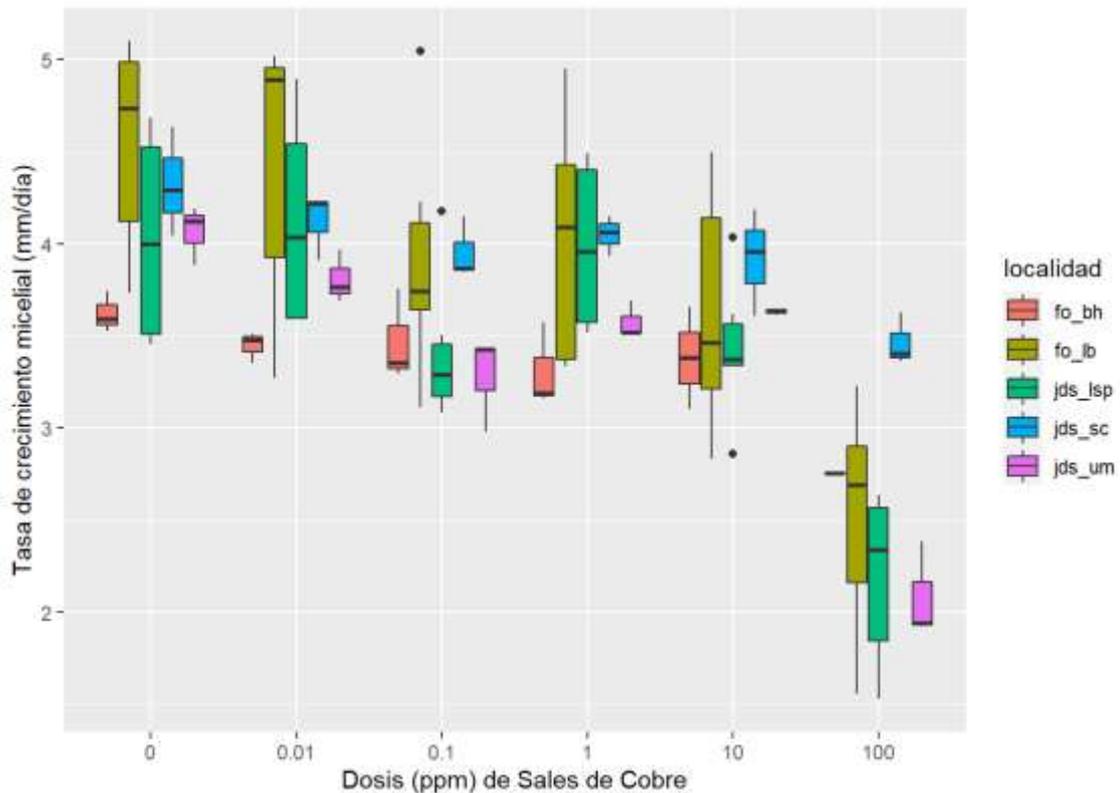


Ilustración 25-4: TCM de *M. roreri* (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con sales de cobre en diferentes dosis

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La TCM de *M. roreri* en las dosis 0 ppm y 0,01 ppm fue mayor en las cepas del cantón Francisco de Orellana, comunidad La Belleza (fo_lb) y menor en las cepas del cantón Francisco de Orellana, comunidad Bajo Huino (fo_bh). En la dosis 0,1 ppm la TCM fue mayor en las cepas del cantón Francisco de Orellana, comunidad La Belleza (fo_lb) y menor en las cepas del cantón Joya de los Sachas, comunidad Lago San Pedro (jds_lsp). En las dosis 1 ppm y 10 ppm la TCM fue mayor en las cepas del cantón Francisco de Orellana, comunidad La Belleza (fo_lb) y menor en las cepas del cantón Francisco de Orellana, comunidad Bajo Huino (fo_bh). En la dosis 100 ppm la TCM es mayor en cepas del cantón Francisco de Orellana, comunidad La Belleza (fo_lb) y menor en cepas del cantón Joya de los Sachas, comunidad Unión Milagreña (jds_um) (Ilustración 25-4).

4.1.26. Tasa de crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri* (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de sales de cobre.

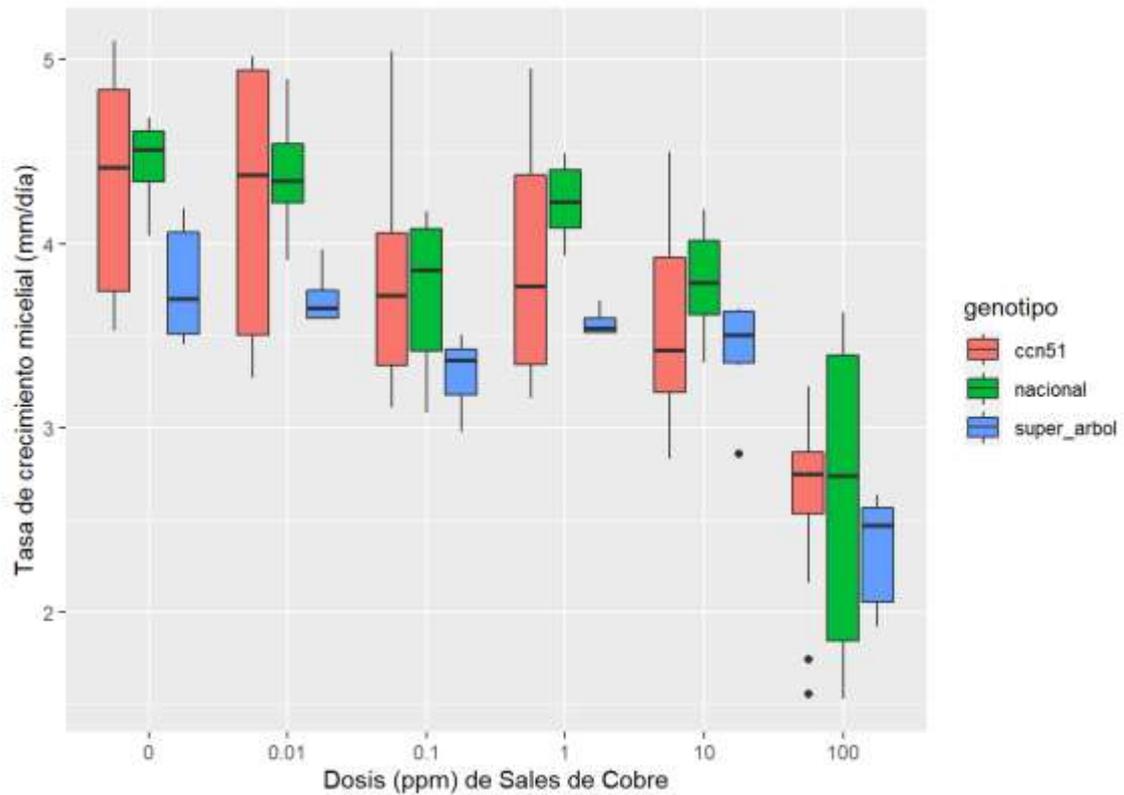


Ilustración 26-4: TCM de *M. roreri* (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con sales de cobre en diferentes dosis

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La TCM de *M. roreri* en las dosis 0 ppm y 0,01ppm fue mayor en las cepas del genotipo de cacao CCN51 y menor en cepas del genotipo Super Árbol. En las dosis 0,1 ppm, 1 ppm, 10 ppm y 100 ppm la TCM fue mayor en cepas del genotipo de cacao Nacional y menor en cepas del genotipo Super Árbol (Ilustración 26-4).

4.1.27. Tasa de crecimiento micelial de diferentes cepas de *Monilophthora roreri* en medio V8 enmendado con diferentes dosis de sales de cobre.

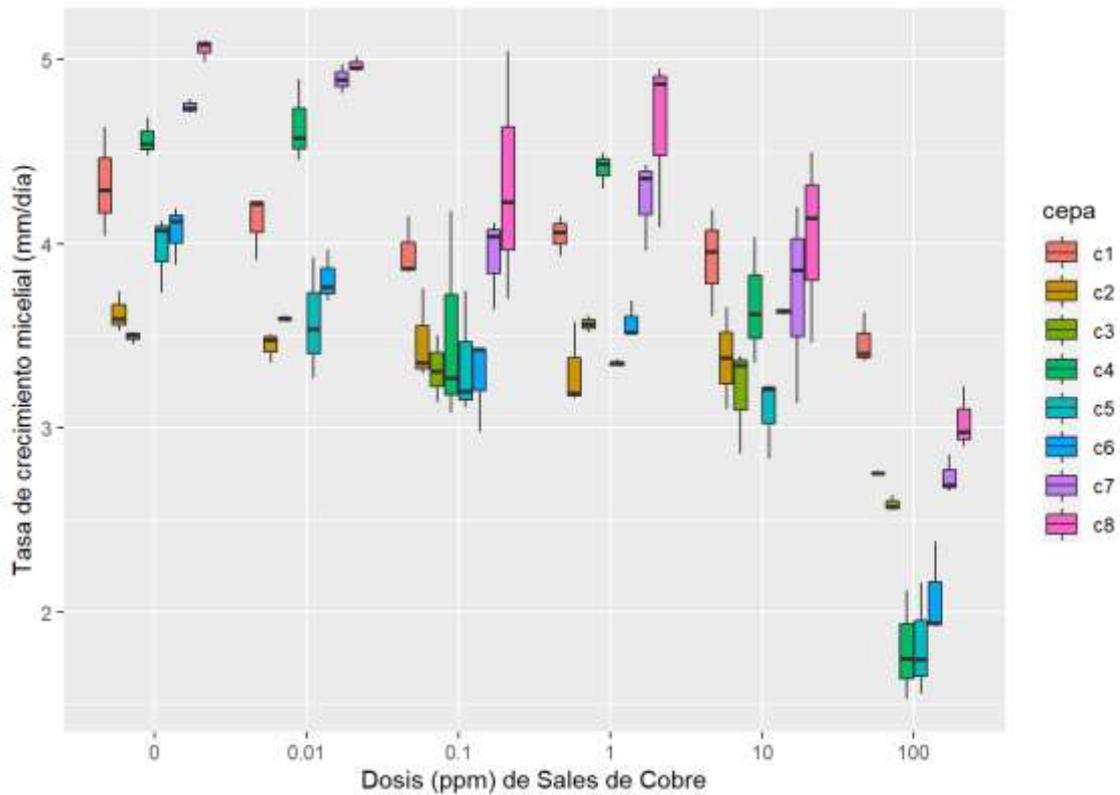


Ilustración 27-4: TCM de diferentes cepas de *M. roreri* en medio V8 enmendado con sales de cobre en diferentes dosis

Realizado por: Tenegusñay, Vanessa, 2022.

La TCM de *M. roreri* en las dosis 0 ppm, 0,1 ppm y 1 ppm fue mayor en la cepa 8 y menor en la cepa 3. En la dosis 0,01 ppm la TCM fue mayor en la cepa 8 y menor en la cepa 2. En la dosis 10 ppm la TCM es mayor en la cepa 8 y menor en la cepa 6. Finalmente, en la dosis 100ppm la TCM es mayor en la cepa 8 y menor en la cepa 4 (Ilustración 27-4).

Tabla 53-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con sales de cobre (100 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	7,40	1,06	26,77	0,00000011 ***
Error	16	0,63	0,04		

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

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de $P=0,00000011$, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 53-4).

Tabla 54-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con sales de cobre (100 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C1	3,47	a
C8	3,04	ab
C2	2,75	b
C7	2,74	b
C3	2,59	bc
C6	2,08	cd
C5	1,82	d
C4	1,80	d

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 100 ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró seis grupos estadísticos; en el grupo “a” se encuentra la cepa 1; en el grupo “ab” se encuentra la cepa 8; en el grupo “b” se encuentran las cepas 2, 7; en el grupo “bc” se encuentra la cepa 3; en el grupo “cd” se encuentra la cepa 6 y en el grupo “d” se encuentran las cepas 5, 4. La cepa 1 presentó la mayor TCM (3,47 mm/día) y la cepa 4 presentó la menor TCM (1,80 mm/día) (Tabla 54-4).

Tabla 55-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con sales de cobre (10 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	2,34	0,33	2,702	0,0472 *
Error	16	1,98	0,12		

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

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que, no existe diferencia significativa en el factor cepa (Tabla 55-4).

Tabla 56-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con sales de cobre (10 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C8	4,04	a
C1	3,92	a
C7	3,73	a
C4	3,67	a
C6	3,63	a
C2	3,38	a
C3	3,20	a
C5	3,09	a

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 10 ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró un solo grupo estadístico para las cepas. La cepa 8 tiene la mayor TCM (4,04 mm/día) y la cepa 5 presentó la menor TCM (3,09 mm/día) (Tabla 56-4).

Tabla 57-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con sales de cobre (1 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	5,45	0,78	16,66	0,00000301***
Error	16	0,75	0,047		

Códigos de significancias: 0 **** 0,001 *** 0,01 ** 0,05 * 0,1 * 1

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de P=0,00000301, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 57-4).

Tabla 58-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con sales de cobre (1 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C8	4,64	a
C4	4,41	a
C7	4,25	a
C1	4,05	ab
C6	3,58	bc
C3	3,57	bc
C5	3,35	c
C2	3,31	c

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 1 ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró cuatro grupos estadísticos; en el grupo “a” se encuentran las cepas 8, 4, 7; en el grupo “ab” se encuentra la cepa 1; en el grupo “bc” se encuentran las cepas 6, 3 y en el grupo “c” se encuentran las cepas 5, 2. La cepa 8 presentó la mayor TCM (4,64 mm/día) y la cepa 2 presentó la menor TCM (3,31 mm/día) (Tabla 58-4)

Tabla 59-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con sales de cobre (0,1ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	3,06	0,44	2,98	0,0336 *
Error	16	2,35	0,147		

Códigos de significancias: 0 **** 0,001 *** 0,01 ** 0,05 * 0,1 ' ' 1

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que no existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de P=0,0336 (Tabla 59-4).

Tabla 60-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con sales de cobre (0,1 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C8	4,33	a
C1	3,96	a
C7	3,93	a
C4	3,51	a
C2	3,47	a
C5	3,35	a
C3	3,32	a
C6	3,28	a

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 0,1 ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró solo un grupo estadístico para las cepas. La cepa 8 presentó la mayor TCM (4,33 mm/día) y la cepa 6 presentó la menor TCM (3,28 mm/día) (Tabla 60-4).

Tabla 61-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con sales de cobre (0,01 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	8,14	1,16	40,65	0,0000000051***
Error	16	0,46	0,029		

Códigos de significancias: 0 **** 0,001 *** 0,01 ** 0,05 * 0,1 ' ' 1

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de P=0,0000000051, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 61-4).

Tabla 62-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con sales de cobre (0,01 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C8	4,97	a
C7	4,90	a
C4	4,64	a
C1	4,12	b
C6	3,81	bc
C3	3,60	c
C5	3,58	c
C2	3,45	c

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 0,01 ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró cuatro grupos estadísticos; en el grupo “a” se encuentran las cepas 8, 7, 4; en el grupo “b” se encuentra la cepa 1; en el grupo “bc” se encuentra la cepa 6 y en el grupo “c” se encuentran las cepas 3, 5. La cepa 8 presentó la mayor TCM (4,97 mm/día) y la cepa 2 presentó la menor TCM (3,45 mm/día) (Tabla 62-4)

Tabla 63-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* (0 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	6,24	0,89	37,87	0,0000000086***
Error	16	0,38	0,022		

Códigos de significancias: 0 **** 0,001 *** 0,01 ** 0,05 * 0,1 ' ' 1

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de P=0,0000000086, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 63-4).

Tabla 64-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* (0 ppm).

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C8	5,06	a
C7	4,75	ab
C4	4,57	b
C1	4,33	bc
C6	4,07	c
C5	3,98	cd
C2	3,62	de
C3	3,50	e

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 0 ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró ocho grupos estadísticos; en el grupo “**a**” se encuentra la cepa 8; en el grupo “**ab**” se encuentra la cepa 7; en el grupo “**b**” se encuentra la cepa 4; en el grupo “**bc**” se encuentra la cepa 1; en el grupo “**c**” se encuentra la cepa 6; en el grupo “**cd**” se encuentra la cepa 5; en el grupo “**de**” se encuentra la cepa 2; en el grupo “**e**” se encuentra la cepa 3. La cepa 8 presentó la mayor TCM (5,06 mm/día) y la cepa 3 presentó la menor TCM (3,50 mm/día) (Tabla 64-4).

4.1.28. Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de sales de cobre para diferentes cepas de *Moniliophthora roreri* de diferentes localidades.

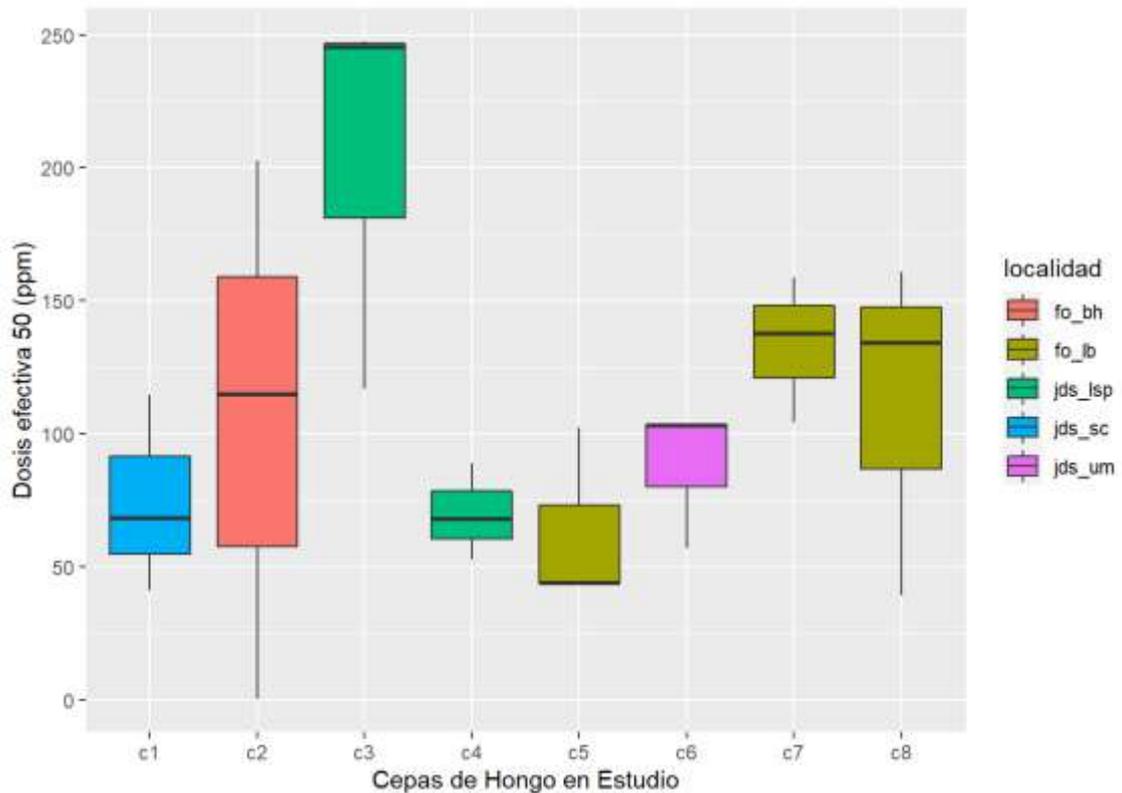


Ilustración 28-4: DE₅₀ de sales de cobre para diferentes cepas de *M. roreri* de diferentes localidades

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La cepa 3 de *M. roreri* correspondiente al cantón Joya de los Sachas, comunidad Lago San Pedro (jds_lsp) presentó mayor DE₅₀ a sales de cobre; por otro lado, cepa 5 del cantón Francisco de Orellana comunidad La Belleza (fo_lb) presentó menor DE₅₀ a sales de cobre (Ilustración 28-4).

4.1.29. Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de sales de cobre para diferentes cepas de *Moniliophthora roreri* de diferentes genotipos de cacao.

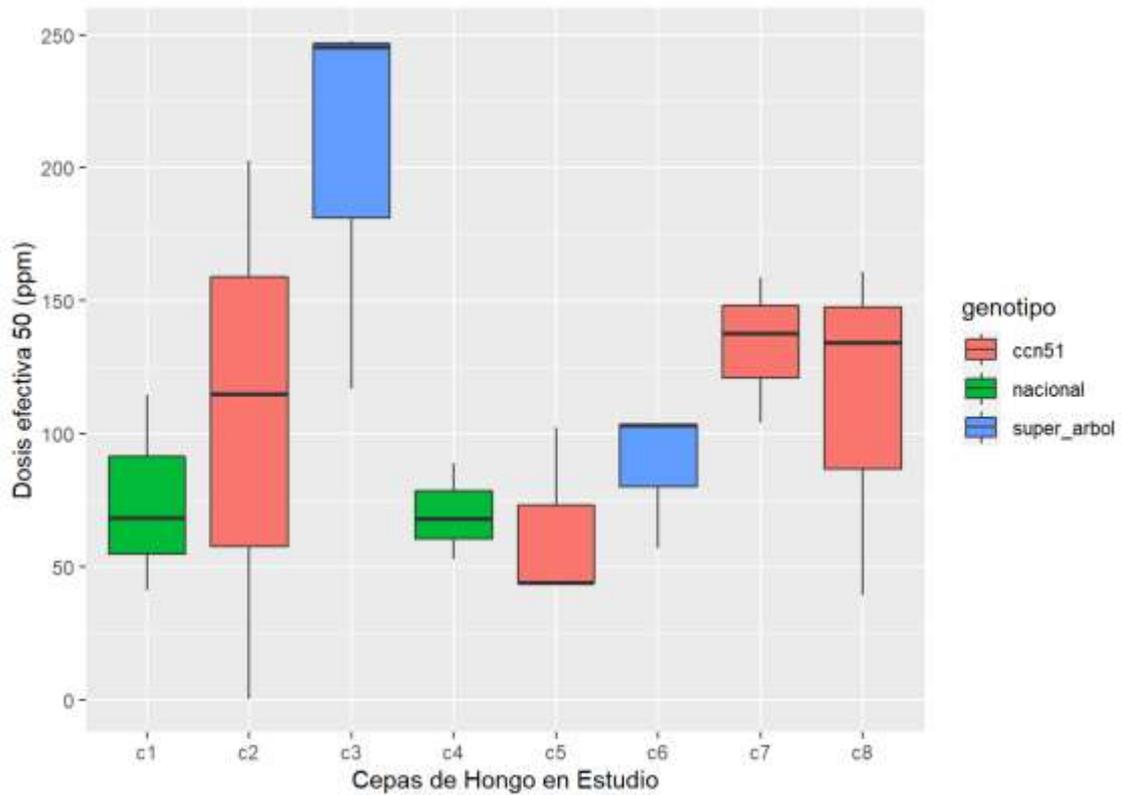


Ilustración 29-4: DE₅₀ de sales de cobre para diferentes cepas de *M. roreri* de diferentes genotipos de cacao

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La cepa 3 de *M. roreri* correspondiente al genotipo de cacao Super Árbol presentó mayor DE₅₀ a sales de cobre; por otro lado, la cepa 5 del genotipo de cacao CCN51 presentó menor DE₅₀ a sales de cobre (Ilustración 29-4).

4.1.30. Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de sales de cobre para diferentes cepas de *Moniliophthora roreri*.

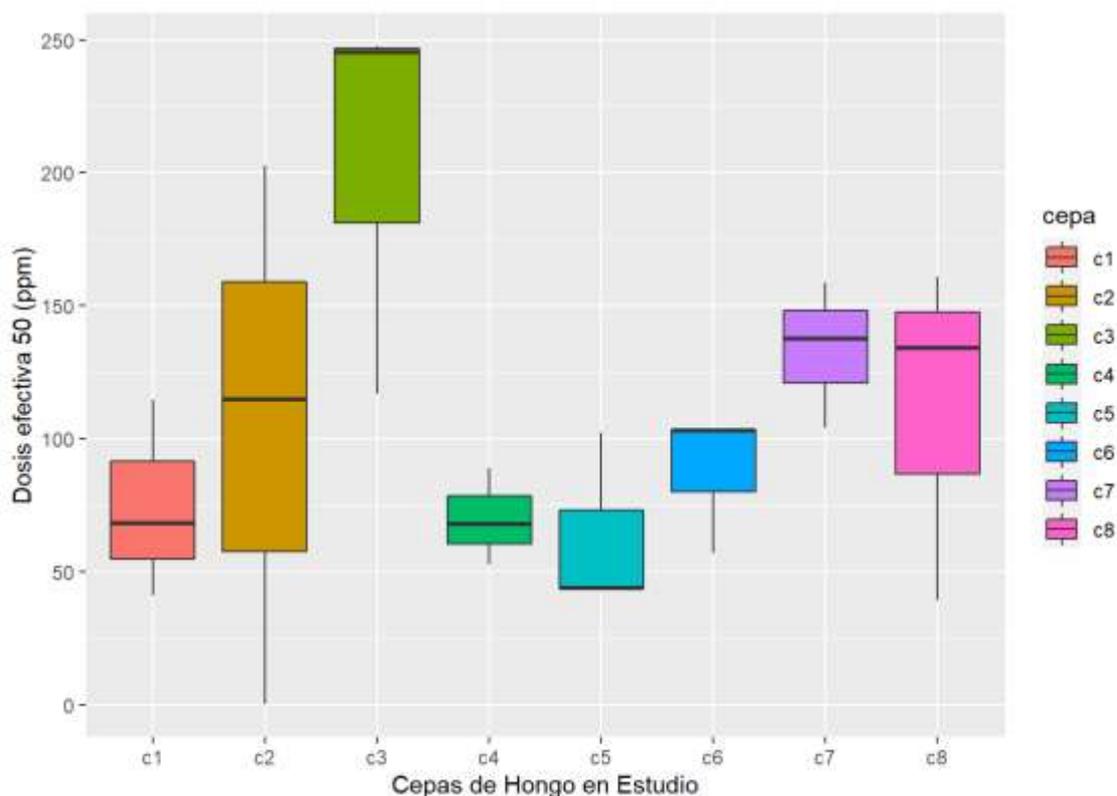


Ilustración 30-4: DE₅₀ de sales de cobre para diferentes cepas de *M. roreri*

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La cepa 3 de *M. roreri* presentó mayor DE₅₀ a sales de cobre; por otro lado, la cepa 5 presentó menor DE₅₀ a sales de cobre (Ilustración 30-4).

Tabla 65-4: Análisis de varianza para DE₅₀ en medio V8 enmendado con sales de cobre en diferentes cepas de *M.roreri*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	44062	6295	2,068	0,108
Error	16	48710	3044		

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

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA) indico que, no existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor P=0,108 (Tabla 65-4).

Tabla 66-4: Test de Tukey al 5% de la DE₅₀ (ppm) de diferentes cepas de *M. roreri* en medio V8 enmendado con diferentes dosis de sales de cobre

Cepa	DE ₅₀ (ppm)	Rango de significancia ¹	Sensibilidad ²
C3	203,35	a	Resistente
C7	133,57	a	Resistente
C8	111,45	a	Resistente
C2	105,94	a	Resistente
C6	87,93	a	Resistente
C1	74,72	a	Resistente
C4	69,94	a	Resistente
C5	63,38	a	Resistente

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

²Criterios de sensibilidad están basados en la escala descrita por Edgington, et al, 1970.

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% de la DE₅₀ de sales de cobre para diferentes cepas de *Moniliophthora roreri* mostró únicamente un grupo estadístico para las cepas. La cepa 3 presentó la mayor DE₅₀ (203,35 ppm) y la cepa 5 presentó la menor DE₅₀ (63,38 ppm) y todas las cepas de *M. roreri* resultaron “Resistentes” al fungicida sales de cobre. (Tabla 66-4).

4.1.31. Tasa de crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri* (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de extracto vegetal.

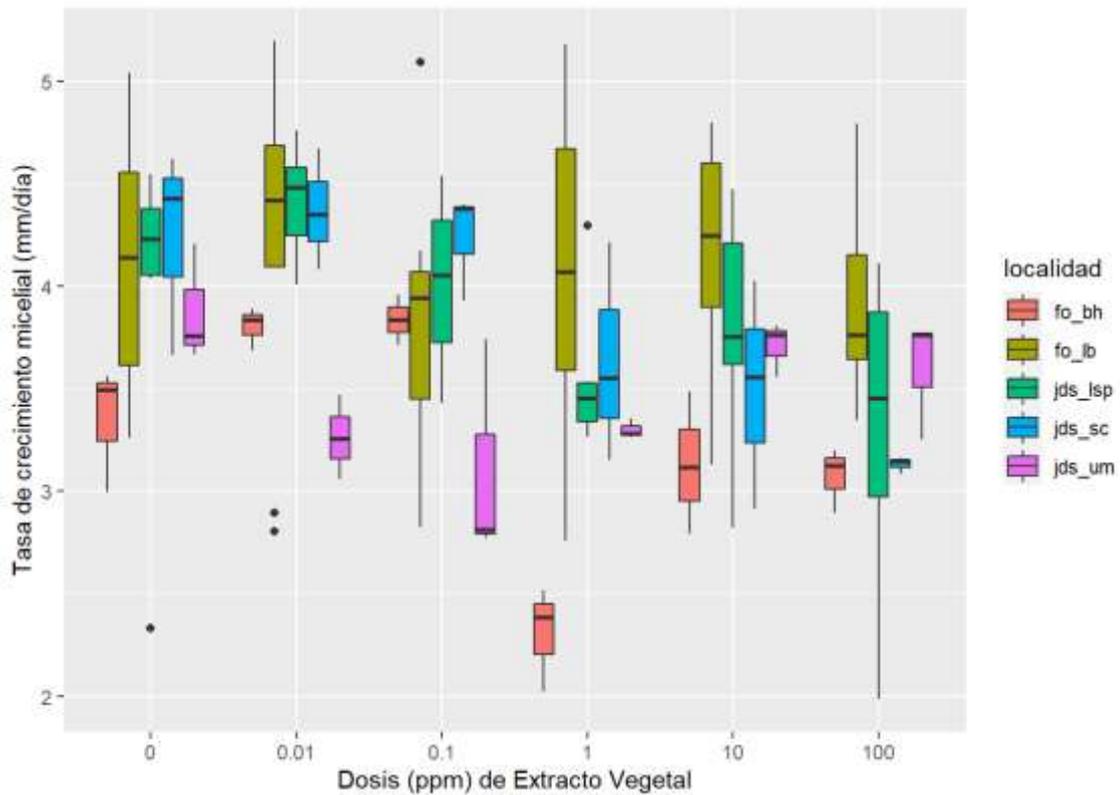


Ilustración 31-4: TCM de *M. roreri* (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con extracto vegetal en diferentes dosis

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La TCM de *M. roreri* en las dosis 0 ppm, 0,01 ppm, 1 ppm y 10 ppm fue mayor en las cepas del cantón Francisco de Orellana, comunidad La Belleza (fo_lb) y menor en las cepas del cantón Francisco de Orellana, comunidad Bajo Huino (fo_bh). En la dosis 0,1 ppm la TCM fue mayor en las cepas Joya de los Sachas, comunidad San Carlos (jds_sc) y menor en las cepas del cantón Joya de los Sachas, comunidad Unión Milagreña (jds_um); finalmente, en las dosis 100 ppm la TCM es mayor en las cepas del cantón Francisco de Orellana, comunidad La Belleza (fo_lb) y menor en las cepas del cantón Joya de los Sachas, comunidad San Carlos (jds_sc) (Ilustración 31-4).

4.1.32. Tasa de crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri* (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de extracto vegetal.

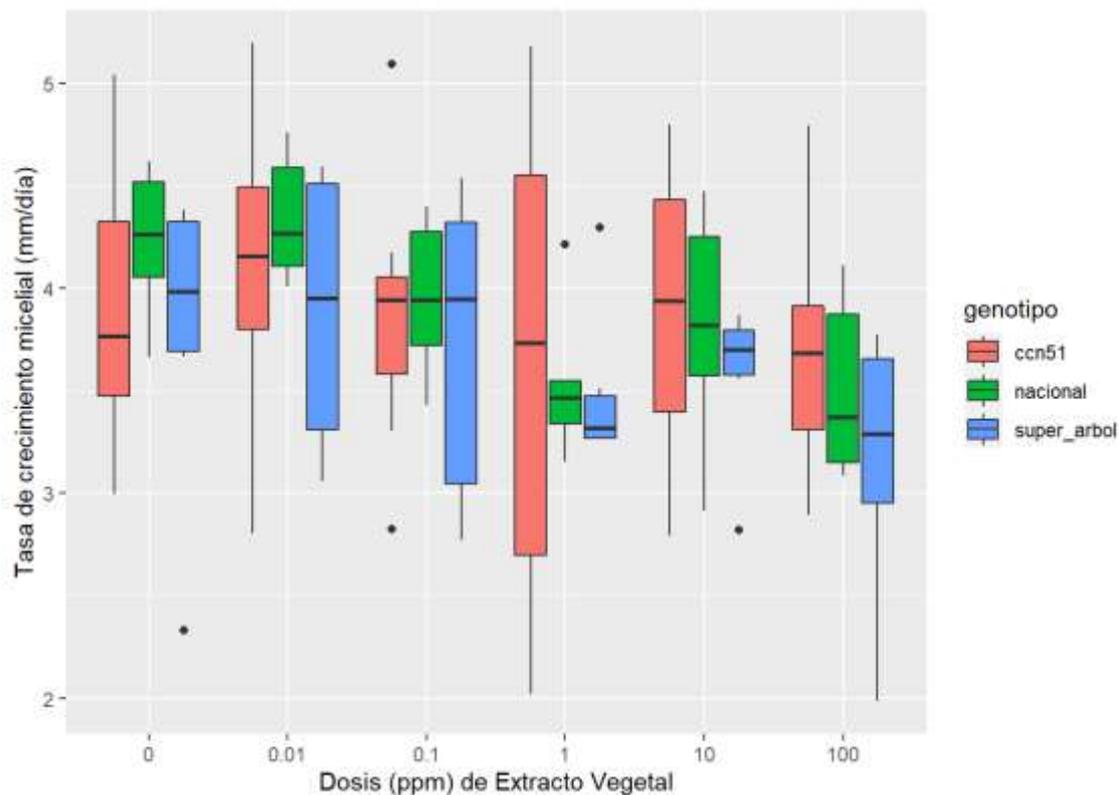


Ilustración 32-4: TCM de *M. roreri* (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con extracto vegetal en diferentes dosis

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La TCM de *M. roreri* en las dosis 0 ppm fue mayor en las cepas del genotipo de cacao Nacional y menor en cepas del genotipo Super Árbol y CCN51. En la dosis 0,01 ppm la TCM fue mayor en cepas del genotipo de cacao Nacional y menor en cepas del genotipo CCN51. En la dosis 0,1 ppm la TCM fue mayor en cepas del genotipo de cacao Super Árbol y menor en las cepas del genotipo CCN51. En las dosis 1 ppm, 10 ppm y 100 ppm la TCM fue mayor en las cepas del genotipo de cacao CCN51 y menor en cepas del genotipo Super Árbol (Ilustración 32-4).

4.1.33. Tasa de crecimiento micelial de diferentes cepas de *Moniliophthora roreri* en medio V8 enmendado con diferentes dosis de extracto vegetal.

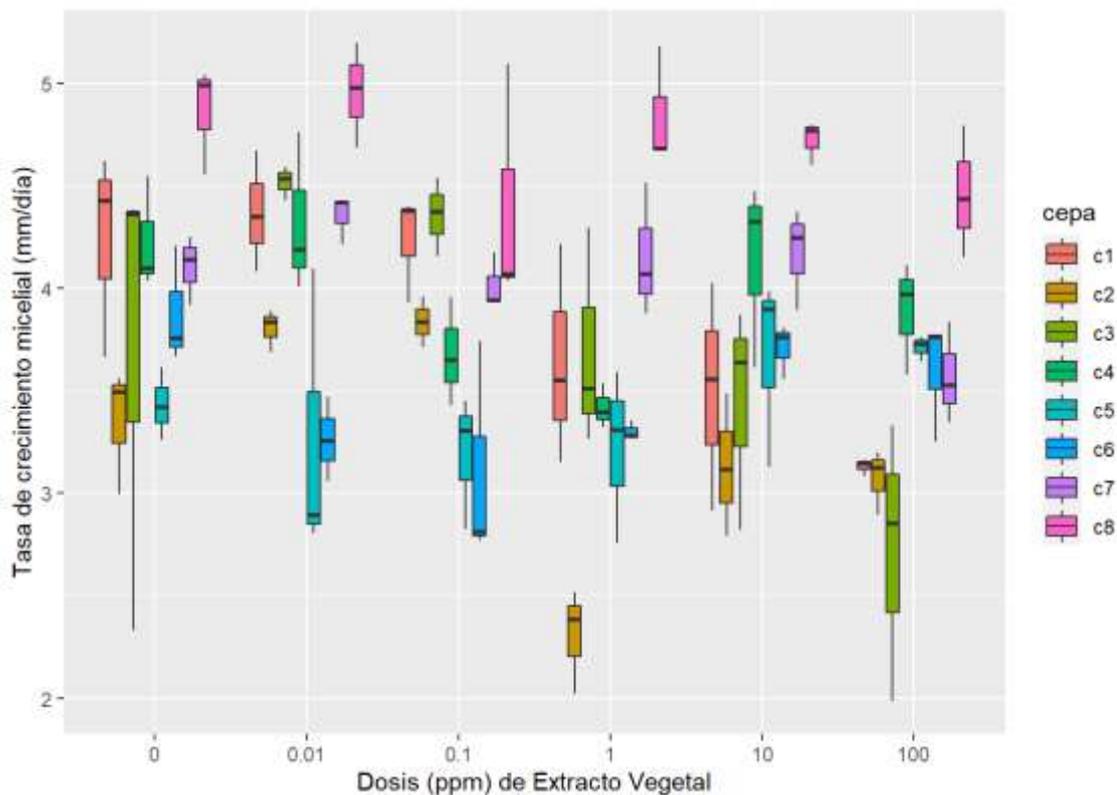


Ilustración 33-4: TCM de diferentes cepas de *M. roreri* en medio V8 enmendado con extracto vegetal en diferentes dosis

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La TCM de *M. roreri* en las dosis 0 ppm fue mayor en la cepa 8 y menor en la cepa 5. En las dosis 0,01 ppm y 0,1 ppm la TCM fue mayor en la cepa 8 y menor en la cepa 6. En las dosis 1 ppm y 10 ppm la TCM fue mayor en la cepa 8 y menor en la cepa 2. Finalmente, en la dosis 100 ppm la TCM fue mayor en la cepa 8 y menor en la cepa 3 (Ilustración 33-4).

Tabla 67-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con extracto vegetal (100 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	6,15	0,879	8,52	0,000212 ***
Error	16	1,65	0,10		

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

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de $P=0,000212$, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 67-4).

Tabla 68-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con extracto vegetal (100 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C8	4,46	a
C4	3,89	ab
C5	3,71	ab
C6	3,60	abc
C7	3,57	abc
C1	3,13	bc
C2	2,07	bc
C3	2,72	c

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 100 ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró cinco grupos estadísticos; en el grupo “a” se encuentra la cepa 8; en el grupo “ab” se encuentran las cepas 4, 5; en el grupo “abc” se encuentran las cepas 6, 7; en el grupo “bc” se encuentran las cepas 1, 2 y en el grupo “c” se encuentra la cepa 3. La cepa 8 presentó la mayor TCM (4,46 mm/día) y la cepa 3 presentó la menor TCM (2,72 mm/día) (Tabla 68-4)

Tabla 69-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con extracto vegetal (10 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	5,38	0,77	4,88	0,00416 **
Error	16	2,52	0,16		

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

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

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de $P=0,00416$, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 69-4).

Tabla 70-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con extracto vegetal (10 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C8	4,72	a
C7	4,17	ab
C4	4,14	ab
C6	3,71	ab
C5	3,67	ab
C1	3,50	b
C3	3,44	b
C2	3,13	b

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 10ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró tres grupos estadísticos; en el grupo “**a**” se encuentra la cepa 8; en el grupo “**ab**” se encuentran las cepas 7, 4, 6, 5 y en el grupo “**b**” se encuentran las cepas 1, 3, 2. La cepa 8 presentó la mayor TCM (4,72 mm/día) y la cepa 2 presentó la menor TCM (3,13 mm/día) (Tabla 70-4).

Tabla 71-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con extracto vegetal (1 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	11,39	1,63	12,69	0,0000182***
Error	16	2,052	0,13		

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

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de P=0,0000182, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 71-4).

Tabla 72-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con extracto vegetal (1 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C8	4,84	a
C7	4,15	ab
C3	3,69	b
C1	3,64	b
C4	3,42	b
C6	3,30	bc
C5	3,22	bc
C2	2,31	c

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 1ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró cinco grupos estadísticos; en el grupo “a” se encuentra la cepa 8, en el grupo “ab” se encuentra la cepa 7; en el grupo “b” se encuentran las cepas 3, 1, 4; en el grupo “bc” se encuentran las cepas 6, 5 y en el grupo “c” se encuentra la cepa 2. La cepa 8 presentó la mayor TCM (4,84 mm/día) y la cepa 2 presentó la menor TCM (2,31 mm/día) (Tabla 72-4).

Tabla 73-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con extracto vegetal (0,1 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	5,24	0,75	5,73	0,00228 **
Error	15	1,96	0,13		

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

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de P= 0,00228, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 73-4).

Tabla 74-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con extracto vegetal (0,1 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C8	4,40	a
C3	4,36	a
C1	4,24	a
C7	4,02	ab
C2	3,84	ab
C4	3,68	ab
C5	3,19	b
C6	3,11	b

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 0,1 ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró tres grupos estadísticos; en el grupo “a” se encuentran las cepas 8, 3, 1; en el grupo “ab” se encuentran las cepas 7, 2, 4 y en el grupo “b” se encuentran las cepas 5, 6. La cepa 8 presentó la mayor TCM (4,40 mm/día) y la cepa 6 presentó la menor TCM (3,11 mm/día) (Tabla 74-4).

Tabla 75-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con extracto vegetal (0,01 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	7,73	1,10	9,81	0,0000916***
Error	16	1,80	0,11		

Códigos de significancias: 0 **** 0,001 *** 0,01 ** 0,05 * 0,1 ' ' 1

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de P=0,0000916, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 75-4).

Tabla 76-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* enmendado con extracto vegetal (0,01ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C8	4,95	a
C3	4,52	ab
C1	4,37	ab
C7	4,35	ab
C4	4,32	ab
C2	3,27	bc
C5	3,27	c
C6	3,26	c

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 0,01 ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró cuatro grupos estadísticos; en el grupo “**a**” se encuentra la cepa 8; en el grupo “**ab**” se encuentran las cepas 3, 1, 7, 4; en el grupo “**bc**” se encuentra la cepa 2; y en el grupo “**c**” se encuentran las cepas 5, 6. La cepa 8 presentó la mayor TCM (4,95 mm/día) y la cepa 6 presentó la menor TCM (3,26 mm/día) (Tabla 76-4)

Tabla 77-4: Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* (0 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	5,13	0,73	2,89	0,0375 *
Error	16	4,07	0,25		

Códigos de significancias: 0 **** 0,001 *** 0,01 ** 0,05 * 0,1 ' ' 1

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de P=0,0375, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM (Tabla 77-4).

Tabla 78-4: Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de *M. roreri* (0 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)	Rango de significancia ¹
C8	4,86	a
C1	4,24	ab
C4	4,23	ab
C7	4,10	ab
C6	3,88	ab
C3	3,69	ab
C5	3,43	b
C2	3,35	b

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 0ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró tres grupos estadísticos; en el grupo “**a**” se encuentra la cepa 8; en el grupo “**ab**” se encuentran las cepas 1, 4, 7, 6, 3 y en el grupo “**b**” se encuentran las cepas 5, 2. La cepa 8 presentó la mayor TCM (4,86 mm/día) y la cepa 2 presentó la menor TCM (3,35 mm/día) (Tabla 78-4).

4.1.34. Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de extracto vegetal para diferentes cepas de *Moniliophthora roreri* de diferentes localidades.

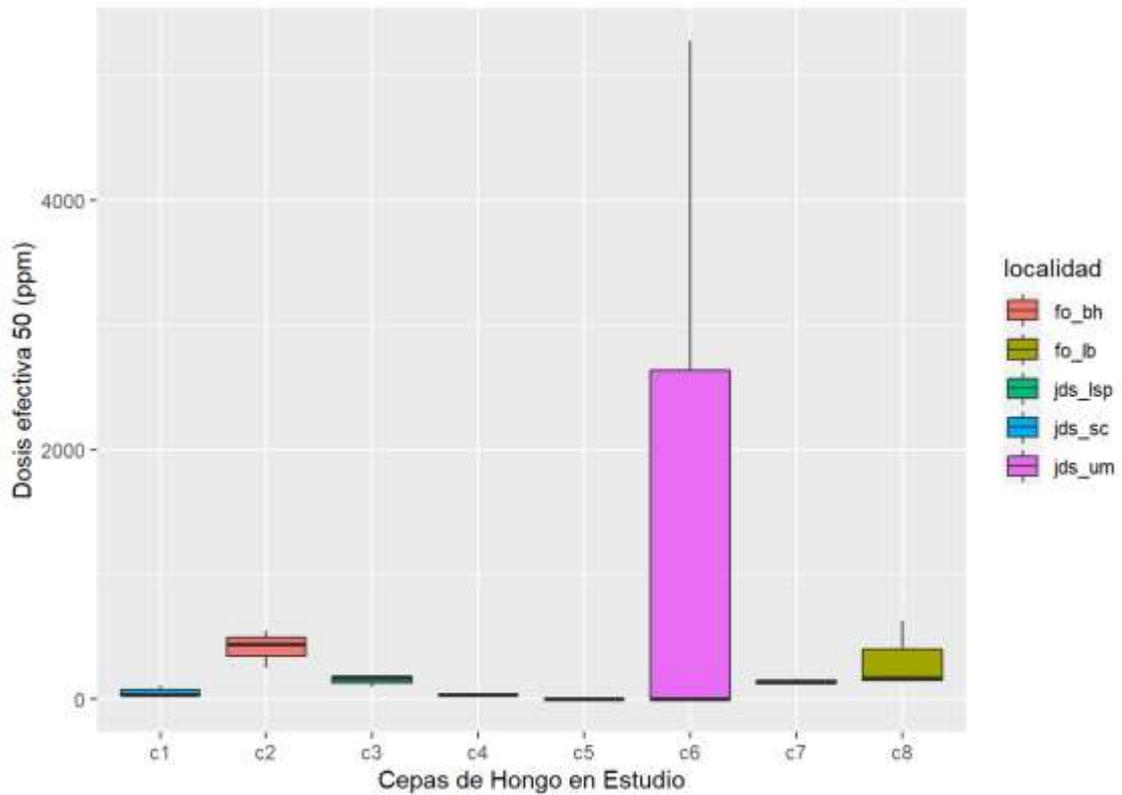


Ilustración 34-4: DE₅₀ de extracto vegetal para diferentes cepas de *M. roreri* de diferentes localidades

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La cepa 6 de *M. roreri* correspondiente al cantón Joya de los Sachas, comunidad Unión Milagreña (jds_um) presentó mayor DE₅₀ al extracto vegetal, por otro lado, la cepa 5 correspondiente al cantón Francisco de Orellana, comunidad La Belleza (fo_lb) presentó menor DE₅₀ al extracto vegetal (Ilustración 34-4).

4.1.35. Dosis Efectiva 50 (DE_{50}) de extracto vegetal para diferentes cepas de *Moniliophthora roreri* diferentes genotipos de cacao.

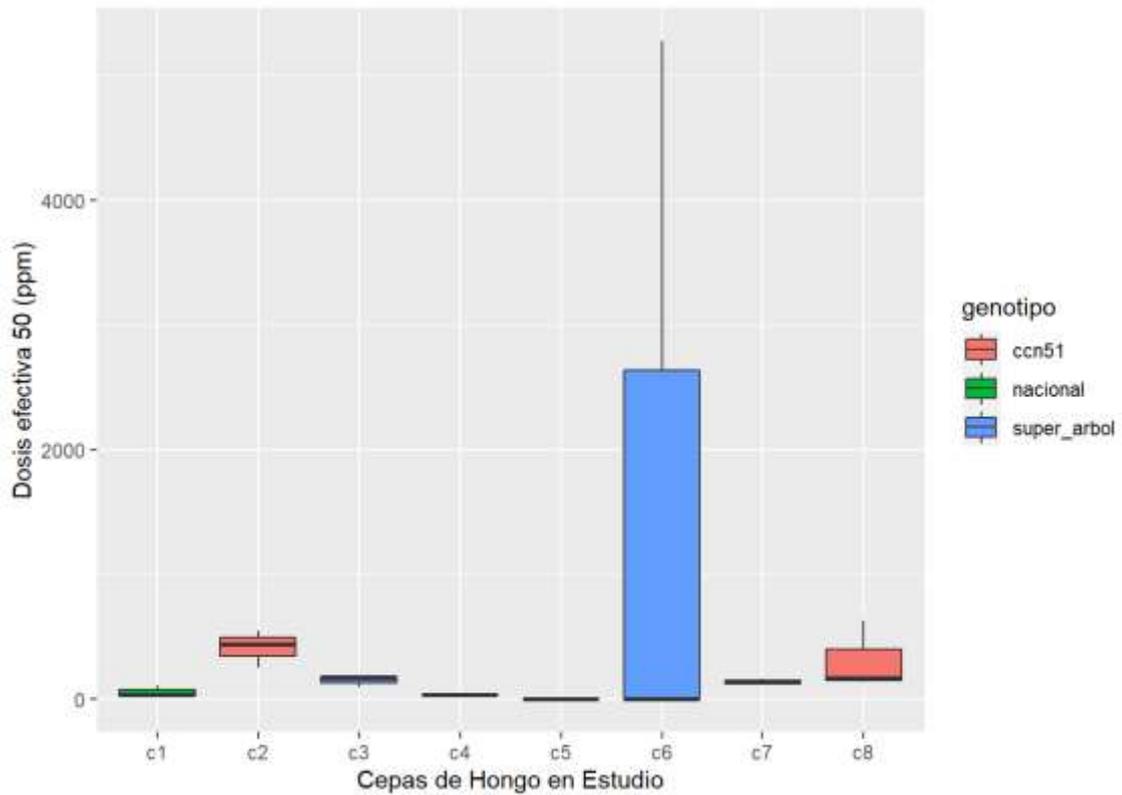


Ilustración 35-4: DE_{50} de extracto vegetal para diferentes cepas de *M. roreri* de diferentes genotipos de cacao

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La cepa 6 de *M. roreri* correspondiente al genotipo de cacao Super Árbol presentó mayor DE_{50} al extracto vegetal. Por otro lado, la cepa 5 del genotipo de cacao CCN51 presentó menor DE_{50} al extracto vegetal (Ilustración 35-4).

4.1.36. Dosis Efectiva 50 (DE₅₀) de extracto vegetal para diferentes cepas de *Moniliophthora roreri*.

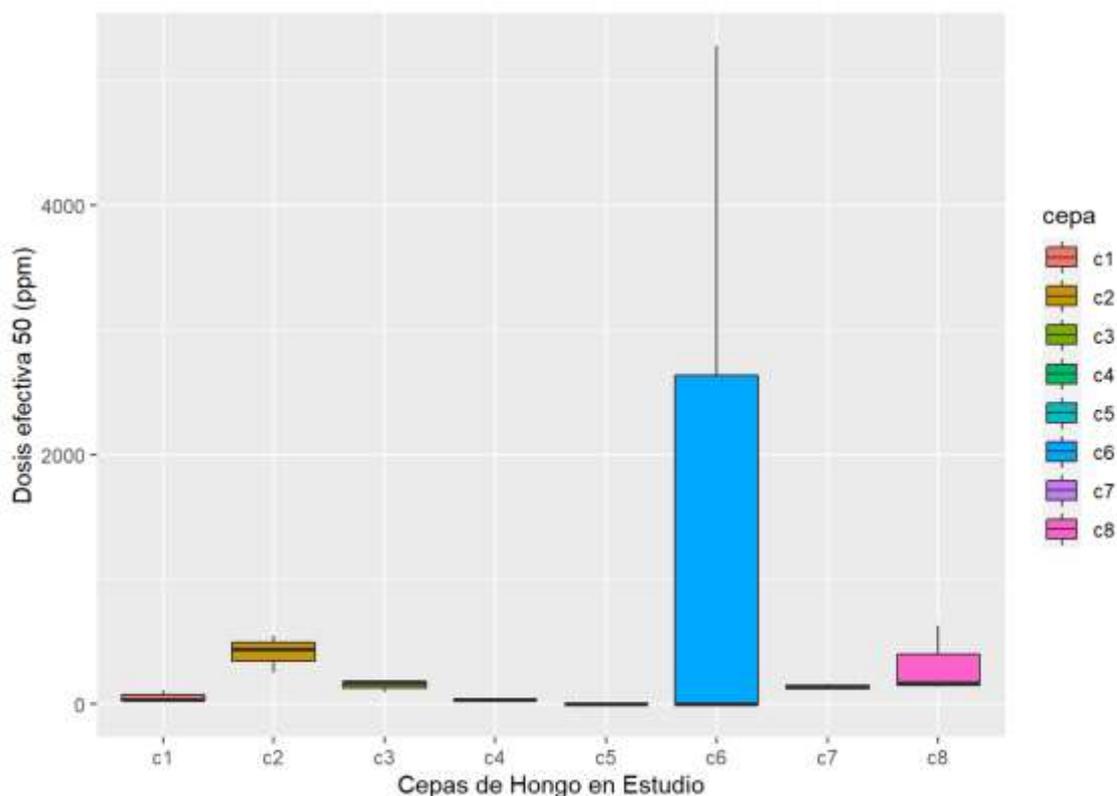


Ilustración 36-4: DE₅₀ de extracto vegetal para diferentes cepas de *Moniliophthora roreri*

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La cepa 6 de *M. roreri* presentó mayor DE₅₀ al extracto vegetal. Por otro lado, la cepa 5 presentó menor DE₅₀ al extracto vegetal (Ilustración 36-4).

Tabla 79-4: Análisis de varianza para DE₅₀ en medio V8 enmendado con extracto vegetal en diferentes cepas de *M. roreri*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	6879177	982740	0,735	0,647
Error	14	18729198	1337800		

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

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA) indico que, no existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor P=0,647 (Tabla 79-4).

Tabla 80-4: Test de Tukey al 5% de la DE₅₀ (ppm) de diferentes cepas de *M. roreri* en medio V8 enmendado con diferentes dosis de extracto vegetal

Cepa	DE ₅₀ (ppm)	Rango de significancia ¹	Sensibilidad ²
C6	1757,52	a	Resistente
C2	412,79	a	Resistente
C8	311,92	a	Resistente
C3	154,17	a	Resistente
C7	142,79	a	Resistente
C1	61,95	a	Resistente
C4	38,53	a	Resistente
C5	1,66	a	Levemente resistente

¹Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

²Criterios de sensibilidad están basados en la escala descrita por Edgington, et al, 1970.

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% de la DE₅₀ de extracto vegetal para diferentes cepas de *Moniliophthora roreri* mostró únicamente un grupo estadístico para las cepas. La cepa 6 presentó la mayor DE₅₀ (1757,52 ppm) y la cepa 5 presentó la menor DE₅₀ (1,66 ppm). En este caso resultaron siete cepas en la categoría “Resistente” (C6, C2, C8, C3, C7, C1, C4) y una cepa en la categoría “Levemente resistente” (C5) (Tabla 80-4).

Tabla 81-4: Resumen de los resultados obtenidos

Grupo químico	Principio Activo	Modo de acción	Sitio de acción	Movilidad	Cepas	DE ₅₀ (ppm)	Sensibilidad
Benzimidazoles	Tiabendazol	Proteínas motoras y del citoesqueleto	Ensamblaje de la β -tubulina en mitosis	Sistémico	C2	109,09	Resistente
					C3	66,52	Resistente
					C6	60,80	Resistente
					C7	59,09	Resistente
					C5	57,25	Resistente
					C8	51,95	Resistente
					C1	43,90	Moderadamente resistente
					C4	19,25	Moderadamente resistente
Triazoles	Tebuconazol	Biosíntesis de ergosterol en las membranas	C14- demetilasa en la biosíntesis de esteroles (erg11/cip51)	Sistémico	C6	0,114	Sensible
					C1	0,068	Sensible
					C5	0,040	Sensible
					C2	0,028	Sensible
					C3	0,023	Sensible
					C7	0,013	Sensible
					C8	0,009	Sensible
					C4	0,007	Sensible
			Complejo III: citocromo bc1		C1	0,020	Sensible
					C2	0,017	Sensible

Estrobirulinas	Azoxystrobin	Respiración	(ubiquinol oxidasa) en el sitio Qo (gen cit b)	Sistémico-Translaminar	C8	0,006	Sensible
					C7	0,005	Sensible
					C3	0,003	Sensible
					C6	0,002	Sensible
					C4	0,002	Sensible
					C5	0,0008	Sensible
Carboxamidas	Boscalid	Respiración	Complejo II: succinato deshidrogenasa	Sistémico-Translaminar	C1	0,565	Sensible
					C7	0,563	Sensible
					C6	0,560	Sensible
					C8	0,501	Sensible
					C3	0,436	Sensible
					C4	0,389	Sensible
					C5	0,291	Sensible
					C2	0,136	Sensible
Inorgánico	Sulfato de Cobre	Productos químicos con actividad multisitio	Actividad de contacto multisitio	Contacto	C3	203,35	Resistente
					C7	133,57	Resistente
					C8	111,45	Resistente
					C2	105,94	Resistente
					C6	87,93	Resistente
					C1	74,72	Resistente
C4	69,94	Resistente					

					C5	63,38	Resistente
					C6	1757,52	Resistente
Hidrocarburos		Productos	Ruptura de la		C2	412,79	Resistente
terpénicos,		biológicos	membrana		C8	311,92	Resistente
alcohols	Extracto vegetal	con múltiples	celular, pared	Sistémico-	C3	154,17	Resistente
terpénicos y		modos de	celular, defensa	Contacto	C7	142,79	Resistente
fenoles		acción:	de la planta		C1	61,95	Resistente
terpénicos		Extractos de	inducida por		C4	38,53	Resistente
		plantas	mecanismos		C5	1,66	Levemente resistente

Realizado por: Tenegusñay, Vanessa, 2022.

4.2. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos en el presente estudio sugieren que las DE₅₀ obtenidas mediante la TCM de las ocho cepas de *Moniliophthora roreri*, difieren con cada uno de los ingredientes activos y concentraciones utilizadas, los cuales al ser categorizados según la escala de sensibilidad propuesta por Edgington et al., (1970), resultaron de la siguiente manera: al utilizar el tiabendazol dos cepas (C1, C4) ingresaron en la categoría de “Moderadamente resistente” (10-50 mg/L) y seis cepas (C2, C3, C5, C6, C7, C8) ingresaron en la categoría de “Resistente” (>50 mg/L); en el caso de tebuconazol, azoxystrobin y boscalid todas las cepas (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8) ingresaron en la categoría de “Sensible” (<1 mg/L), por otro lado en las sales de cobre, todas las cepas (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8) ingresaron en la categoría “Resistente” (>50 mg/L) y finalmente, en el caso del extracto vegetal siete cepas (C1, C2, C3, C4, C6, C7, C8) ingresaron en la categoría “Resistente” (>50 mg/L) y una cepa (C5) en la categoría “Levemente resistente” (1-10 mg/L) (Tabla 81-4).

El principio activo tiabendazol no tuvo efecto inhibitorio sobre las cepas de *M. roreri* y fue únicamente la dosis 100 ppm la que produjo una baja TCM (0,56 – 2,01 mm/día) en comparación con las demás dosis (10, 1, 0,1, 0,01 ppm) (Ilustraciones 1-4; 2-4; 3-4) (Tabla 2-4) (ANEXO G) y presentó una DE₅₀ mayor a 100 ppm, siendo la cepa 2 obtenida del genotipo de cacao CCN51 en el cantón Francisco de Orellana, comunidad Bajo Huino la que presentó mayor DE₅₀ (109,09 ppm) y la cepa 4 obtenida del genotipo de cacao Nacional en el cantón Joya de los Sachas, comunidad Lago San Pedro la que presentó menor DE₅₀ (19,25 ppm) (Ilustraciones 4-4; 5-4; 6-4); además al ser categorizadas de acuerdo a la escala de sensibilidad propuesta por Edgington et al., (1970), todas las cepas de *M. roreri* presentan resistencia (C2, C3, C6, C7, C5, C8) y moderada resistencia (C1, C4) con respecto a este fungicida (Tabla 81-4), estos resultados concuerdan con los resultados de Torres de la Cruz et al., (2019: p.59), quienes reportan que el tiabendazol fue el principio activo de naturaleza sistémica que mostró la menor efectividad sobre *M. roreri* descartando la posibilidad de una evaluación *in vivo* con el producto. La resistencia al tiabendazol es común entre los hongos patógenos, ya que es habitual la aplicación de este grupo de fungicidas sin un adecuado programa de manejo (Bellaire y Dubois, 19997; Khan et al., 2001; Vierira et al., 2017; citados en Gasca et al., 2020: p.2), además, entre los fungicidas sistémicos del grupo de los Benzimidazoles, el tiabendazol es uno de los más utilizados y existen estudios que demuestran la resistencia a los fungicidas del grupo de los benzimidazoles, como el caso de *Monilinia fructicola*, *Cercospora beticola*, *Gibberella pulicaris* y especies del género *Penicillium*, (Mehrparvar et al., 2013; citados en Gea et al., 2021: p.3). La resistencia a este producto puede deberse a mutaciones puntuales en el gen de la β -tubulina en la mitosis, donde los cambios de codón en la mayoría de los hongos

fitopatógenos parecen estar restringidos a los cambios en los aminoácidos, principalmente en el codón Glu198Val (Ácido glutámico por valina o alanina), sin embargo, cada hongo presenta un comportamiento diferente y su resistencia a las benzimidazoles puede estar restringida a una o varias posiciones de los aminoácidos en los codones Asp285Ser (Acido aspártico por serina) y Leu240Phe (Leucina por fenilalanina) (Baraldi et al., 2003; Malandrakis et al., 2013; Sholberg et al., 2005b; citados en Samaras et al. 2020: p.2).

En el caso del principio activo tebuconazol, las cepas de *M. roseri* no presentaron TCM al utilizar las dosis 10 y 100 ppm y en las dosis 0,1 y 1 ppm hubo baja TCM (0,05 – 1,35 mm/día) (Ilustraciones 7-4; 8-4; 9-4) (ANEXO H), asimismo la DE₅₀ fue desde 0,007 a 0,11 ppm donde la cepa 6 obtenida del genotipo de cacao Super Árbol en el cantón Joya de los Sachas, comunidad Unión Milagreira la que presentó la mayor DE₅₀ (0,11 ppm) y la cepa 4 obtenida del genotipo de cacao Nacional en el cantón Joya de los Sachas, comunidad Lago San Pedro la que presentó menor DE₅₀ (0,007 ppm) (Ilustraciones 10-4; 11-4; 12-4) y al ser categorizadas de acuerdo a la escala de sensibilidad propuesta por Edgington et al., (1970), todas las cepas de *M. roseri* resultaron en la categoría “Sensibles” (Tabla 81-4), resultados que concuerdan con los de Ram, 1989; citado en Torres de la Cruz et al., (2019: p.58), quien reportó el 100% de inhibición del crecimiento micelial de *M. roseri* con una concentración de 100 mg/L de tebuconazol. Se ha determinado junto con otros fungicidas inhibidores de la desmetilación que el tebuconazol es muy eficaz contra muchos hongos (FRAC, 2020; citado en Odintsova et al., 2020: p.3), ya que este principio activo inhibe la desmetilación del 14-C-sitosterol, un precursor del ergosterol, que desempeña un papel importante en la integridad de la pared celular fúngica esto se consigue mediante la inhibición de la esteroil 14 α desmetilasa del citocromo P450 y conduce a la acumulación de precursores del ergosterol y de ácidos grasos libres, lo que a su vez interrumpe el crecimiento normal del hongo (Koller, 1992; Schnabel y Jones, 2001; Siegel, 1981; citados en Anderson et al., 2020: p.86), además se han reportado estudios en los que este tipo de fungicidas son efectivos sobre los hongos basidiomicetes a bajas concentraciones (Torres de la Cruz et al., 2019: p.59).

El principio activo azoxystrobin, inhibió el crecimiento micelial de *M. roseri* en todas las dosis en las que se trabajó (0,01, 0,1, 1, 10 y 100 ppm) ya que sus TCM son considerablemente bajas (0,046 – 1,52 mm/día) (Ilustraciones 13-4; 14-4; 15-4) (ANEXO I), también presentó una DE₅₀ que va desde 0,0008 ppm a 0,020 ppm, siendo la cepa 1 obtenida del genotipo de cacao Nacional en el cantón Joya de los Sachas, comunidad San Carlos la que presentó mayor DE₅₀ (0,020 ppm) y la cepa 5 obtenida del genotipo de cacao CCN51 en el cantón Francisco de Orellana, comunidad La Belleza la que presentó la menor DE₅₀ (0,0008 ppm) (Ilustraciones 16-4; 17-4; 18-4) y todas las ocho cepas de *M. roseri* fueron categorizadas como “Sensibles” (Tabla 81-4), esto concuerda con los resultados obtenidos por Anzules et al.,(2019: p.515) quienes reportan que el azoxystrobin

inhibe eficientemente el crecimiento micelial de *M. roreri* y de igual manera estos resultados se asemejan con los resultados del trabajo de Torres De La Cruz et al. (2013: p.67), quienes mencionan que existió inhibición del 100% del crecimiento micelial del hongo *M. roreri* con una dosis de 450 mg/L de azoxystrobin y con una DE₅₀ de 138 ppm, estos valores son considerablemente altos tanto en la dosis como en la DE₅₀ con respecto a los valores obtenidos para estas variables en el presente estudio, de igual manera, los resultados obtenidos concuerdan con los resultados de una de las investigaciones realizadas por Espinoza et al. (2022) en Ecuador donde se utilizaron concentraciones de 1, 0,1, 0,01, 0,001, 0,0001 µg/L de azoxystrobin, su efectividad sobre la TCM de *M. roreri* fue alta y con una DE₅₀ desde 0,0220 a 00364 µg/mL El azoxystrobin es un fungicida sistémico del grupo de las estrobirulinas y ha demostrado sus propiedades curativas en campo, por lo general los fungicidas basados en azoxystrobin son comúnmente utilizados para controlar hongos del género basidiomicete entre ellos *Moniliophthora perniciosa* y *Moniliophthora roreri* y han dado resultados eficientes y favorables (Agrios et al., 2005; citados Espinoza et al., 2022). Este fungicida es un inhibidor de la quinona e impiden la respiración al unirse al sitio Qo del complejo enzimático citocromo bc1, lo que provoca una deficiencia energética y conduce a la muerte de los patógenos (Bartlett et al., 2002; citados en Sánchez, 2021).

Asimismo, el boscalid, tuvo un alto efecto sobre el crecimiento de *M. roreri*, por lo que la TCM fue baja (0,45 – 2,08 mm/día) en las dosis 1, 10 y 100 ppm (Ilustraciones 19-4; 20-4; 21-4) (ANEXO J), de igual manera, la DE₅₀ para este principio activo fue desde 0,14 ppm a 0,57 ppm, siendo la cepa 1 obtenida del genotipo de cacao Nacional en el cantón Joya de los Sachas, comunidad San Carlos la que presentó la mayor DE₅₀ (0,57 ppm) y la cepa 2 obtenida del genotipo de cacao CCN51 en el cantón Francisco de Orellana, comunidad Bajo Huino la que presentó la menor DE₅₀ (0,14 ppm) (Ilustraciones 22-4; 23-4; 24-4) y todas las cepas con las que se trabajó resultaron en la categoría “Sensibles” (Tabla 81-4), los estudios *in vitro* de *M. roreri* con boscalid son escasos y únicamente existen reportes de sensibilidad de *Botrytis cinerea* a este fungicida en una dosis de 8,0 g/L⁻¹ (Vásquez, 2018: p.33) y también reportes de resistencia de *Corynespora cassiicola*, *Blumeriella jaapii*, *Alternaria solani*, por lo que no se puede realizar comparaciones con distintos autores y el presente estudio sería de los primeros en realizarse, sin embargo, los resultados de estudios *in vivo* mencionan que en Ecuador se registra a la molécula boscalid con un riesgo medio a alto de resistencia debido a su uso generalizado y a su modo de acción específico (respiración), con una concentración de 500 g/L⁻¹ y una dosis para *M. roreri* de 0,2 L/ha⁻¹ en campo (Zurita, 2018: p.14), sin embargo, los resultados de este estudio *in vitro* niegan la existencia de resistencia a este principio activo en las localidades de la provincia de Orellana. El boscalid actúa como inhibidor de la Succinato Deshidrogenasa (SDHI), inhibe la producción de energía celular de los patógenos de las plantas al inhibir la actividad de la succinato

deshidrogenasa y al unirse a las proteínas del complejo II del sistema de transporte de electrones en la cadena respiratoria (Avenot et al., 2008; Wang et al., 2015; citados en Sánchez, 2021).

Por otro lado, el efecto inhibitorio de las sales de cobre sobre el crecimiento micelial de *M. roseri* fue bajo en todas las cepas y dosis trabajadas (0,01, 0,1, 1, 10, 100 ppm) por lo que la TCM con este principio activo fue alta (1,80 – 4,97 mm/día) (Ilustraciones 25-4; 26-4; 27-4) (ANEXO K), por lo cual todas las cepas ingresaron en la categoría de “Resistente” y la DE₅₀ fue desde 63,38 ppm a 203,35 ppm (Tabla 81-4), siendo la cepa 3 obtenida del genotipo de cacao Super Árbol en el cantón Joya de los Sachas, comunidad Lago San Pedro la que presentó la mayor DE₅₀ (203,35 ppm) y la cepa 5 obtenida del genotipo de cacao CCN51 en el cantón Francisco de Orellana, comunidad la Belleza la que presentó la menor DE₅₀ (63,38 ppm) (Ilustraciones 28-4; 29-4; 30-4), concentraciones que son altas y no inhibieron el crecimiento del hongo e incluso podría tener un efecto fitotóxico en el cultivo; estos resultados discrepan con los resultados obtenidos por Torres de la Cruz et al. (2019: p.57) quienes reportan que el producto a base de sales de cobre inhibió el crecimiento del hongo al 100% en todas las dosis que se evaluaron (0,62 g/L, 1,25 g/L, 1,87 g/L, 2,5 g/L), de igual manera Bateman et al., 2005; citados en Torres de la Cruz et al., (2019: p.56) mencionan que los productos a base de sales de cobre son eficientes, de bajo costo y de bajo impacto ambiental representando una opción viable para el manejo de *M. roseri*, es cierto que, este tipo de productos pueden poseer ventajas con respecto al costo e impacto ambiental, en cambio, los resultados de este estudio indican que este producto no es eficiente en la inhibición del crecimiento del hongo *in vitro* y únicamente se presentaron cepas de *M. roseri* resistentes a este principio activo e inclusive este principio activo podría haber actuado como un estimulante para el crecimiento del hongo *in vitro*. Existen estudios que demuestran que, se puede presentar resistencia microbiana a los productos a base de cobre como el caso de especies de los géneros *Pseudomonas* y *Erwinia*, sin embargo, existen pocas menciones a la resistencia de hongos a fungicidas a base de cobre haciendo mención únicamente a *Botrytis cinerea* (Stevenson et al., 2019; citados en Pscheidt y Ocamb, 2021) y *Magnaporthe grisea*, esta resistencia puede deberse a un cambio genético que podría implicar la transposición de elementos transponibles (genes saltarines) activados por el estrés abiótico de la planta (Ikeda et al., 2001; citados en Chung et al., 2020: p.39).

Finalmente, el extracto vegetal (tomillo), resultó en un bajo efecto inhibitorio en *M. roseri* ya que, no redujo la TCM de las distintas cepas con cada una de las dosis trabajadas (0,01, 0,1, 1, 10, 100 ppm) con valores que van desde 2,72 a 4,95 mm/día (Ilustraciones 31-4; 32-4; 33-4) (ANEXO L) y su DE₅₀ va desde 1,66 hasta 1757,52 ppm, siendo la cepa 6 obtenida del genotipo de cacao Super Árbol en el cantón Joya de los Sachas, comunidad Unión Milagreña la que presentó la mayor DE₅₀ (1757,52 ppm) y la cepa 5 obtenida del genotipo de cacao CCN51 en el cantón Francisco

de Orellana, comunidad La Belleza la que obtuvo la menor DE_{50} (1,66 ppm) (Ilustraciones 34-4; 35-4; 36-4), y al categoriza a las cepas de *M. roreri* resultaron como resistentes (C6, C2, C8, C3, C7, C1, C4) y levemente resistentes (C5) (Tabla 81-4) por lo que, de acuerdo a los resultados obtenidos, este producto no es eficiente para controlar el hongo; sin embargo estos resultados son diferentes a los de Gómez et al., (2020: p.7) en México quienes mencionan que, el extracto de tomillo ha sido evaluado por su actividad microbiana en patógenos como *Colletotrichum gloesporioides*, *Lasiodiplodia theobromae* (Perumal et al., 2017; citados en Gómez et al., 2020: p.7) y *Moniliophthora roreri* presentando una inhibición más del 75% del crecimiento *in vitro* del hongo con una concentración de 100 uL/L, siendo esta concentración una de las que se utiliza en este estudio (100 ppm) pero con un resultado diferente, esto puede deberse a que en Ecuador el hongo *M. roreri* haya sido capaz de crear mecanismos de resistencia al extracto vegetal que tal vez en México aún no y es posible que los productores de las distintas localidades de la provincia de Orellana realicen aplicaciones de fungicidas del mismo grupo químico que el Extracto de Tomillo y como resultado se haya generado una resistencia cruzada.

Tomando en cuenta que, a pesar de que las cepas de *M. roreri* con las cuales se ha trabajado fueron obtenidas de distintas localidades y genotipos, estas mostraron resistencia al tiabendazol, sales de cobre y extracto vegetal llevando a deducir que estos principios activos son comúnmente utilizados por los productores de cacao en estas localidades de la provincia de Orellana sin un buen programa de rotación de acuerdo a su modo de acción, lo cual ha llevado al desarrollo de resistencia, ya que el sobreuso de un producto antifúngico que tiene el mismo modo de acción permite la fácil propagación de poblaciones resistentes, entonces debe evitarse el uso repetitivo de un fungicida o modo de acción y por ende estos principios activos a los cuales *M. roreri* ha generado resistencia deberían dejar de ser utilizados en campo y buscar otros que los remplacen tomando en cuenta su modo de acción.

La comprensión de las diferencias en el comportamiento de las cepas de *M. roreri* resistentes y sensibles a los diferentes principios activos (tiabendazol, tebuconazol, azoxystrobin, boscalid, sales de cobre, extracto vegetal), además de determinar la tasa de crecimiento micelial y establecer la Dosis Efectiva 50 (DE_{50}) podría ayudar a desarrollar estrategias de manejo para reducir la resistencia de *M. roreri* a los fungicidas, ya que un fungicida llega a ser eficaz dependiendo de su modo de acción, dosis, frecuencia y etapa de aplicación (Reuveni y Sheglov, 2002; citados en Torres de la Cruz et al., 2019: p. 58)

4.3. Comprobación de la hipótesis

Mediante el estudio realizado se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa que menciona que al menos uno de los fungicidas con diferente modo de acción y una de las dosis, presentan efecto inhibitorio sobre el crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri*.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Los principios activos que tuvieron efecto inhibitorio en la TCM de *M. roreri* fueron el tebuconazol (inhiben la biosíntesis de ergosterol en las membranas) con una TCM de 0,05 a 1,35 mm/día; azoxystrobin (inhibe la respiración) con una TCM de 0,046 a 1,52 mm/día y boscalid (inhibe la respiración) con una TCM de 0,45 a 2,08mm/día; por otro lado, los principios activos que no mostraron efecto inhibitorio en la TCM de *M. roreri* fueron tiabendazol (inhiben las proteínas motoras y del citoesqueleto) con una TCM de 0,56 a 4,31 mm/día; sulfato de cobre (productos químicos con actividad multi-sitio) con una TCM de 1,80 a 5,06 mm/día y extracto vegetal de Tomillo (productos biológicos con múltiples modos de acción) con una TCM de 2,72 a 4,95 mm/día.
- Los principios activos menos eficientes sobre la inhibición del crecimiento micelial de *M. roreri* fueron el tiabendazol, donde resulto en seis cepas resistentes (C2, C3, C5, C6, C7, C8) (75%) y dos cepas moderadamente resistentes (C1, C4) (25%) con una DE₅₀ de 19,25 ppm a 109,09 ppm; sulfato de cobre donde las ocho cepas de *M. roreri* se categorizaron como resistentes (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8) (100%) con una DE₅₀ que va desde 63,38 ppm a 203,35 ppm y finalmente en el extracto vegetal siete cepas de *M. roreri* se categorizaron como resistentes (C1, C2, C3, C4, C6, C7, C8) (87,5%) y una cepa como levemente resistente (C5) (12,5%) con una DE₅₀ de 1,66 ppm a 1757,52 ppm.
- Los principios activos más eficientes sobre la inhibición del crecimiento micelial de *M. roreri* fueron el tebuconazol, azoxystrobin y boscalid en los cuales las ocho cepas de *M. roreri* se categorizaron como sensibles con una DE₅₀ que va desde 0,007 ppm a 0,114 ppm (tebuconazol); 0,0008 ppm a 0,020 ppm (azoxystrobin); 0,136 ppm a 0,565 ppm (boscalid).

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar más estudios de sensibilidad *in vitro* utilizando principios activos diferentes a los utilizados en este estudio para el control de *M. royeri*.
- Utilizar un mayor número de aislados de *M. royeri* provenientes de diferentes zonas de producción para la evaluación de su comportamiento.
- Utilizar *in vivo* los principios activos en donde se obtuvieron menor DE₅₀ en las diferentes localidades de las cuales provienen las cepas de *M. royeri*.
- Determinar si la posible resistencia observada en los principios activos tiabendazol, sales de cobre y extracto vegetal, está asociada a mutaciones en los genes que son afectadas por los distintos modos de acción utilizados en el presente estudio.

GLOSARIO

Agente causal: microorganismo del ambiente que, por sus propiedades, puede causar problemas fitosanitarios al hospedero (Massalimov et al., 2017: p.307).

Aminoácidos: moléculas que se unen para formar nutrientes vitales para la supervivencia de todos los tipos de células (Genchi, 2017: p.1523).

Biosíntesis: es un proceso químico, del cual se obtiene moléculas complejas a partir de unas más sencillas, lo que genera un gasto de energía (Porporatto, 2021: p.1).

Cepas: son el material básico para el desarrollo de cualquier especie de hongo a nivel de laboratorio (Mata y Salmones, 2021: p.29).

Codón: es una secuencia de tres nucleótidos que se localiza en el ARN mensajero (Sánchez, 2020).

Concentración: magnitud que expresa la cantidad de una sustancia por unidad de volumen, y cuya unidad en el sistema internacional es el mol por metro cúbico (mol/m^3) (RAE, 2021).

Crecimiento micelial: desarrollo del micelio por el contacto entre esporas con un entorno favorable y con suficientes nutrientes (Dulay et al., 2020: p.2).

Diluciones: reducción de la concentración de sustancias químicas en una solución (Bolívar, 2021).

Dispensado: llenado de recipientes con el volumen necesario de medio (Merck, 2022).

Dosis efectiva 50 (DE50): es la dosis de una sustancia, que se espera que produzca un determinado efecto en el 50% de los organismos de experimentación de una población dada, bajo un conjunto de condiciones definidas (Espinoza et al., 2017, p.194).

Efecto inhibitorio: capacidad de una sustancia para inhibir o controlar las funciones de un organismo a través de un estímulo determinado (Cognifit, 2021).

Enzimas: denominados como catalizadores biológicos; la cual ayuda a acelerar la velocidad de las reacciones químicas (Ramírez y Ayala, 2014).

Esporas: es una célula reproductiva de los hongos que tiene la capacidad de dividirse y formar un nuevo individuo (MedlinePlus, 2022).

Genotipo: todos los genes que se encuentran en el núcleo de cada célula individual (Unilab, 2021).

Inhibición: suspender transitoriamente una función o actividad del organismo mediante la acción de un estímulo adecuado (RAE, 2022).

In vitro: referente que se encuentra en medio de cultivo (Peña y Páez, 2014).

Medio enmendado: es la mezcla de medio de cultivo con cualquier sustancia ajena a este (Arce, 2019: p.385)

Micelio: es una red de hifas o filamentos que se conforman de filas de células dispuestas en hilera (Droppelmann, 2022).

Mutación: es una variación espontánea o inducida del genoma, un cambio permanente y heredable en la secuencia del ADN, en nucleótidos, o bien en la disposición del ADN en el genoma (Sánchez y Gómez, 2021).

Principio activo: cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinada a ser utilizada en la fabricación de un producto (Barrantes, 2022).

Sensibilidad: el cambio de una variable frente a la variación en un factor que pueda impactar en su valor, ya sea positiva o negativamente (Westreicher, 2020).

Solución stock: es una solución de concentración conocida, que sirve como base para preparar para la dilución otras soluciones en concentraciones más pequeñas (Kripkit, 2020).

Tasa de crecimiento micelial: determinado por las condiciones ambientales como nutrientes, temperatura y humedad. Si las condiciones ambientales son correctas, las esporas que se adhieren a las superficies germinarán y los micelios comenzarán a crecer (Suconel, 2013: p.3).

Taxonomía: ciencia encargada de la clasificación detallada de todos los organismos vivos (Marín, 2021).

BIBLIOGRAFÍA

ALFARO ALVARADO, Fabiola. Estudio genético de la resistencia a las estrobirulinas en aislamientos de *Pseudocercospora fijiensis* de plantaciones de banano en Costa Rica. [en línea], (Trabajo de titulación) (Maestría) Universidad de Costa Rica, Costa Rica, 2019. pp. 1-80. [Consulta: 2022-05-01]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10669/79163>

ALMACELLAS, J. & MARÍN, P. “¿Tenemos resistencia a fungicidas?”. *Phytoma* [en línea], 2013, (España) 247(1), pp. 32-38. [Consulta: 01 mayo 2022]. ISSN 1131-8988. Disponible en: https://www.phytoma.com/images/247_fungicidas.pdf

ANDERSON, N., et al. “Sensitivity of *Fusarium graminearum* to Metconazole and Tebuconazole Fungicides Before and After Widespread Use in Wheat in the United States”. *Plant Health Progress* [en línea], 2020, (Estados Unidos) 21(2), pp. 85-90. [Consulta: 09 octubre 2022]. ISSN 1535-1025. Disponible en: <https://doi.org/10.1094/PHP-11-19-0083-RS>

ANZULES, V., et al. “Cultural, biological and chemical control of *Moniliophthora roreri* and *Phytophthora* spp in *Theobroma cacao* ‘CCN-51’”. *Scientia Agropecuaria* [en línea], 2019, (Perú) 10(4), pp. 511-520. [Consulta: 01 mayo 2022]. ISSN 2077-9917. Disponible en: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.08>

ARCE ARAYA, C., et al. “Inhibición de crecimiento micelial de hongos asociados a Antracnosis en ñame (*Dioscorea alata*)”. *Redalyc.org* [PDF en línea]. (2019), (Costa Rica), 30(2), pp.380-395 [Consulta: 25 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/437/43759027005/43759027005.pdf>

BAIBAKOVA, E., et al. “Modern Fungicides: Mechanisms of Action, Fungal Resistance and Phytotoxic Effects”. *Annual Research & Review in Biology* [en línea], 2019, (Polonia) 32(3), pp. 1-16. [Consulta: 04 agosto 2022]. ISSN 2347-565X. Disponible en: [10.9734/arrb/2019/v32i330083](https://doi.org/10.9734/arrb/2019/v32i330083)

BAILEY, B., et al. “*Moniliophthora roreri* causal agent of cacao frosty pod rot”. *Molecular Plant Pathology* [en línea], 2018, (Inglaterra) 19(7), pp. 1580-1294. [Consulta: 30 abril 2022]. ISSN 1464-6722. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/mpp.12648>

BARRANTES, Ana. *Ingredientes activos en plaguicidas* [blog]. [Consulta: 15 octubre 2022]. Disponible en: <https://tecnosolucionescr.net/blog/617-ingredientes-activos-en-plaguicidas>

BARREZUETA, S. “Propiedades de algunos suelos cultivados con cacao en la provincia El Oro, Ecuador”. *Ciencia UAT* [en línea], 2019, (Ecuador) 14(1), pp. 155-166. [Consulta: 30 abril 2022]. ISSN 2007-7858. Disponible en: <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v14i1.1210>

BELGACEM, I., et al. “Pomegranate Peel Extracts as Safe Natural Treatments to Control Plant Diseases and Increase the Shelf-Life and Safety of Fresh Fruits and Vegetables”. *Plants* [en línea], 2021 (Austria) 10(3), pp. 1-13. [Consulta: 04 agosto 2022]. ISSN 2223-7747. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/plants10030453>

BOLIVAR, Gabriel. *Dilución: concepto, cómo se hace ejemplos, ejercicios tratamiento* [blog]. [Consulta: 15 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.lifeder.com/dilucion/>

BORJA, K., et al. “Análisis de las exportaciones del cacao ecuatoriano en grano en el periodo 2008 al 2018”. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicada* [en línea], 2021 (Ecuador) 4(1), pp. 147-155. [Consulta: 06 agosto 2022]. ISSN 2631-2662. Disponible en: <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/422>

BRAVO, María. Estudio de la sensibilidad a fungicidas de asilados de *Cercosppora sojina* Hara, agente causal de la mancha ojo de rana en el cultivo de soja (Trabajo de titulación) (Maestría) Universidad de Buenos Aires, Argentina, 2015. pp. 1-120 [Consulta: 2022-05-01]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12123/5984>

CALVO, Adriana. *Fungicidas sistémicos: trucos para tener éxito en el tratamiento* [blog]. [Consulta: 01 de mayo 2022]. Disponible en: <https://www.agroptima.com/es/blog/fungicidas-sistemicos/>

CARMONA, M., & SAUTUA, F. “La problemática de la resistencia de hongos a fungicidas. Causas y efectos en cultivos extensivos”. *Revista de la Facultad de Agronomía UBA* [en línea], 2017, (Argentina) 37(1), pp. 1-19. [Consulta: 01 mayo 2022]. ISSN 227-232. Disponible: <http://agronomiayambiente.agro.uba.ar/index.php/AyA/article/view/60>

CHUNG, H., et al. “Expression Patterns of Transposable Elements in *Magnaporthe oryzae* under Diverse Developmental and Environmental Conditions”. *Plant Disease* [en línea], 2020, (Corea)

26(1), pp. 38-43. [Consulta: 09 octubre 2022]. ISSN 0191-2917. Disponible en: <https://koreascience.kr/article/JAKO202010548327784.pdf>

COBOS, Eduardo. Ecuador tiene en el cacao una oportunidad de oro. [blog]. [Consulta: 01 de mayo 2022]. Disponible en: [https://www.revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/ecuador-tiene-en-el-cacao-una-oportunidad-de-oro#:~:text=A%20pesar%20de%20la%20contracci%C3%B3n,5%20a%C3%B1os%20\(Gr%C3%A1fico%20\)](https://www.revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/ecuador-tiene-en-el-cacao-una-oportunidad-de-oro#:~:text=A%20pesar%20de%20la%20contracci%C3%B3n,5%20a%C3%B1os%20(Gr%C3%A1fico%20)).

COGNIFIT. *¿Qué es la inhibición o control inhibitorio?* [blog]. [Consulta: 15 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.cognifit.com/es/habilidad-cognitiva/inhibicion>

CUBILLOS, G. “Frosty Por Rot, disease that affects the cocoa (*Theobroma cacao*) crops in Colombia”. *Crops Protection* [en línea], 2017, (Colombia) 96(1), pp. 77-82. [Consulta: 01 mayo 2022]. ISSN 0261-2194. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.01.011>

DE LA CRUZ, D., et al. “Efecto antifúngico *in vitro* de extractos metanólicos de *Capsicum* spp. en *Moniliophthora rorei*”. *Agrociencia* [en línea], 2020, (México) 54(6), pp. 813-824. [Consulta: 01 mayo 2022]. ISSN 2477-8982. Disponible en: <https://agrociencia-colpos.mx/index.php/agrociencia/article/view/2186/1950>

DROPPELMAN, Veronica. *Micelio: las impresionantes redes naturales de la Tierra* [blog]. [Consulta: 15 octubre 2022]. Disponible en: <https://laderasur.com/articulo/micelio-las-impresionantes-redes-naturales-de-la-tierra/>

DULAY, R., et al. “Nutritional requirements for mycelial growth of three *Lentinus* species from the Philippines”. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* [en línea], 2022, (Filipinas) 23(1), pp. 1-7. [Consulta: 12 octubre 2022]. ISSN 1878-8181. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101506>

ESPINOZA, F., et al. “Multiple Introductions of *Moniliophthora rorei* from the Amazon to the Pacific Region in Ecuador and Shared High Azoxystrobin Sensitivity”. *Agronomy* [en línea], 2022, (Ecuador) 12(5), pp. 1-13. [Consulta: 09 octubre 2022]. ISSN 2073-4395. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/agronomy12051119>

ESPINOZA, D., et al. “Sensibilidad de aislados de *Collectotrichum acutatum* obtenidos de fresa a los fungicidas metil tiofanato y azoxystrobin”. *Revista mexicana de fitopatología* [en línea], 2017, (México) 35(2), pp. 186-203. [Consulta: 01 mayo 2022]. ISSN 0185-3309. Disponible en: <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1612-4>

FUNGICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE (FRAC). *Clasificación de fungicidas y bactericidas según el modo de acción* [PDF en línea], España, 2019. [Consulta: 01 de mayo 2022]. Disponible en: https://fmcagro.es/img/folleto_Clasificaci%C3%B3n%20de%20fungicidas%20y%20bactericidas%20seg%C3%BAn%20el%20modo%20de%20acci%C3%B3n.pdf

GASCA, C., et al. “Chemical composition and antifungal effect of ethanol extract from *Sapindus saponaria* L. fruit against banana anthracnose”. *Scientia Horticulturae* [en línea], 2020, (Brasil) 259(3), pp. 1-5. [Consulta: 06 agosto 2022]. ISSN 0304-4238. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108842>

GEA, F., et al. “Control of fungal diseases in mushroom crops while dealing with fungicide resistance: A review”. *Microorganism* [en línea], 2021, (España) 9(3), pp. 1-24. [Consulta: 06 agosto 2022]. ISSN 2076-2607. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/microorganisms9030585>

GENCHI, G. “An overview on D-amino acids”. *Springer Publishing* [en línea], 2017, (Italia) 49(9), pp. 1521-1533. [Consulta: 15 octubre 2022]. ISSN 0198-8794. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00726-017-2459-5>

GÓMEZ, A., et al. “Bioaceites esenciales inhiben a *Moniliophthora roreri* (Cif. y Par.) Evans et al., causante de la moniliasis en el cultivo de cacao”. *Revista Agrícola y Pecuaria* [en línea], 2020, (México) 6(1), pp.1-12. [Consulta: 07 agosto 2022]. ISSN 2395-874X. Disponible en: <https://doi.org/10.30973/aap/2020.6.0061016>

KRIPKIT. *Solución madre* [blog]. [Consulta: 15 octubre 2022]. Disponible en: <https://kripkit.com/solucin-madre/>

LOVATO, A., et al. “Sensibilidad in vitro de *Trichoconiella padwickii* a diversos principios activos usados como fungicidas en el cultivo de arroz”. *Revista Argentina de Microbiología* [en línea], 2017, (Argentina) 49(1), pp. 70-74. [Consulta: 01 mayo 2022]. ISSN 0325-7541. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ram.2016.11.002>

MARÍN, Alfredo. *Taxonomía* [blog]. [Consulta: 15 octubre 2022]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/taxonomia.html>

MASSALIMOV, I., et al. “Modern Prospects of Nanotechnology in Plant Pathology”. *Nanotechnology* [en línea], 2017, (Singapore) 1(1), pp. 305-317. [Consulta: 12 octubre 2022]. ISSN 1361-6528. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-981-10-4573-8_15

MATA, G. & SALMONES D. *Técnicas de aislamiento, cultivo y conservación de hongos* [en línea]. Xalapa-México: Instituto de Ecología, A.C., 2021. [Consulta: 15 octubre 2022]. Disponible en: https://www.inecol.mx/inecol/images/pdf/libro_cepas.pdf

MERCK. *Medios de cultivo microbiológico* [blog]. [Consulta: 15 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.sigmaaldrich.com/EC/es/products/industrial-microbiology/microbial-culture-media>

MEDLINEPLUS. *Esporas* [blog]. [Consulta: 15 octubre 2022]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002307.htm>

ODINTSOV, T., et al. “Hevein-Like Antimicrobial Peptides Wamps: Structure-Function Relationship in Antifungal Activity and Sensitization of Plant Pathogenic Fungi to Tebuconazole by WAMP-2-Derived Peptides”. *International Journal of Molecular Sciences* [en línea], 2020, (Russia) 21(21), pp. 1-26. [Consulta: 04 de agosto 2022]. ISSN 1422-0067. Disponible en: www.mdpi.com/journal/ijms

PADILLA ARIAS, Katherine Estefanía. *Preservación micelial de basidiomicetes procedentes de regiones tropicales y templadas en granos de maíz y de cebada.* (Trabajo de titulación) (Licenciatura) Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2017, pp. 1-87. [Consulta: 2022-05-01]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13222/Tesis%20Katherine%20Padilla%20Arias.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PEÑAHERRERA, S., et al. “Eficacia de mezclas de *Trichoderma* spp. Y aceite de palma en el manejo de *Moniliophthora roreri* Cif & Par en cacao”. *Centro Agrícola* [en línea], 2020, (Ecuador) 47(2), pp. 5-15. [Consulta: 01 mayo 2022]. ISSN 2072-2001. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/346404009_Eficacia_de_mezclas_de_Trichoderma_spp_y_aceite_de_palma_en_el_manejo_de_Moniliophthora_roreri_Cif_Par_en_cacao

PEÑA, R., & PAEZ, J. Guía para la identificación de algunas estructuras comunes en hongos fitopatógenos [PDF en línea]. (2014), (Colombia). pp. 1-8. [Consulta: 15 octubre 2022]. Disponible en: <https://virtual.uptc.edu.co/ova/fito/archivo/guia6.pdf>

PEREZ, D. “Energy sustainability of Ecuadorian cacao export and its contribution to climate change. A case study through product life cycle assessment”. *Journal of Cleaner Production* [en línea], 2016, (Ecuador) 112(4), pp. 2560-2568. [Consulta: 30 abril 2022]. ISSN 2666-7894. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.003>

PORPORATTO, M. *Biosíntesis* [blog]. [Consulta: 15 octubre 2022]. Disponible en: <https://quesignificado.com/biosintesis/>

PSCHEIDT, J. & OCAMB, C. *Copper-based Bactericides and Fungicides* [blog]. [Consulta: 09 octubre 2022]. Disponible en: <https://pnwhandbooks.org/node/25411>

RAMIREZ, J.; & AYALA M. Enzimas: ¿qué son y cómo funcionan? *Fungicides* [blog]. [Consulta: 15 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.revista.unam.mx/vol.15/num12/art91/>

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. *Concentración* [blog]. [Consulta: 15 octubre 2022]. Disponible en: <https://dle.rae.es/concentraci%C3%B3n>

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. *Inhibición* [blog]. [Consulta: 15 octubre 2022]. Disponible en: <https://dle.rae.es/inhibir>

SALAZAR, E.; HERNÁNDEZ, A.; TAPIA, A.; & GÓMEZ, L. “Identificación molecular del hongo *Colletotrichum* spp., aislado de Banano (*Musa* spp) de altura en la zona de Turrialba y determinación de su sensibilidad a fungicidas poscosecha”. *Agronomía costarricense* [en línea], 2012, (Costa Rica) 36(1), pp. 53-68. [Consulta: 08 mayo 2022]. ISSN 0377-9424. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v36n1/a04v36n1.pdf>

SAMARAS, A. et al. “Multidrug resistance of *Penicillium expansum* to fungicides: whole transcriptome analysis of MDR strains reveals overexpression of efflux transporter genes”. *International Journal of Food Microbiology* [en línea], 2020, (Greece) 335(1), pp. 1-15. [Consulta: 08 octubre 2022]. ISSN 0168-1605. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108896>

SANCHEZ, M.; & GÓMEZ, B. *Mutaciones funciones* [blog]. [Consulta: 15 octubre 2022]. Disponible en: <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1473§ionid=102743219#>

SÁNCHEZ, Samuel. ¿Qué es un codón? Características y funciones [blog]. [Consulta: 15 octubre 2022]. Disponible en: <https://psicologiyamente.com/salud/que-es-codon>

SANCHEZ, P. “Molecular Mechanisms Underlying Fungicide Resistance in Citrus Postharvest Green Mold”. *Journal of fungi* [en línea], 2021, (España) 7(9), pp. 1-18. [Consulta: 04 agosto 2022]. ISSN 2309-608X. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/jof7090783>

SOLIS, J., et al. “Evaluación agronómica de híbridos de cacao (*Theobroma cacao* L.) para selección de alto rendimiento y resistencia en campo a moniliasis”. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* [en línea], 2015, (México) 6(1), pp. 71-82 [Consulta: 07 agosto 2022]. 2007-0934. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6n1/v6n1a7.pdf>

SUCONEL. *Factores condicionales para el desarrollo de los hongos* [blog]. [Consulta: 15 octubre 2022]. Disponible en: <https://suconel.com/2013/11/11/factores-condicionantes-para-el-desarrollo-de-los-hongos/>

TORRES DE LA CRUZ, M., et al. “Efecto del Azoxystrobin sobre *Moniliophthora roreri*, agente causal de la Moniliasis del Cacao (*Theobroma cacao*)”. *Revista Mexicana de Fitopatología* [en línea], 2013, (México) 31(1), pp. 65-69. [Consulta: 07 agosto 2022]. ISSN 0185-3309. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmfi/v31n1/v31n1a7.pdf>

TORRES DE LA CRUZ, M., et al. “Control químico de *Moniliophthora roreri* en México”. *Revista de Ciencias Biológicas y de la salud* [en línea], 2019, (México) 21(2), pp. 55-61. [Consulta: 01 mayo 2022]. ISSN 1514-2590. Disponible en: <https://doi.org/10.18633/biotech.v21i2.906>

UNILAB. *Genotipo* [Consulta: 15 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.unilabs.es/glosario/genotipo>

VÁSQUEZ LARA, Ilian. Susceptibilidad de cepas de *Botrytis cinerea* aisladas de uva frente a fungicidas químicos de síntesis [en línea], (Trabajo de Titulación) (Maestría) Universidad Autónoma de Querétaro, México, 2018. pp. 1-107. [Consulta: 2022-10-10]. Disponible en: <http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/1443>

WESTREICHER, Guillermo. *Sensibilidad* [blog]. [Consulta: 15 octubre 2022]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/sensibilidad.html>

ZURITA PONCE, Andrés Darío. Eficacia del Pyraclostrobin para el control de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y su efecto sobre la fisiología del cultivo de cacao [en línea], (Trabajo de Titulación) (Ingeniería) Universidad Central del Ecuador, Ecuador, 2018. pp. 1-97. [Consulta: 2022-08-07]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/14588>

A handwritten signature in blue ink is written over a circular stamp. The stamp contains the text "D. ARAI." and "Castillo" below it.



ANEXOS

ANEXO A: REACTIVOS Y CANTIDADES PARA PREPARAR MEDIO V8 MODIFICADO.

Reactivos	Cantidad
Jugo V8	200 mL
Maltosa	20 g
Asparagina	1 g
Extracto de Malta	10 g
CaCO ₃	3 g
Agar-Agar	20 g



Fuente: Rechigl, 1978

Realizado por: Tenegusñay, Vanessa, 2022.

ANEXO B: CÁLCULOS PARA DETERMINAR LAS CONCENTRACIONES DE LOS FUNGICIDAS.

Cálculo del principio activo tiabendazol – 50%:

$$\begin{array}{l} 1\% \qquad \qquad \qquad 5\,000 \text{ mg/L} \\ 50\% \qquad \qquad \qquad ? \qquad = 250\,000 \text{ mg/L} = C_i \end{array}$$

Luego de conseguir el C_i se determinó el volumen de fungicida de tal manera que la solución se encuentre en stock en un volumen de 5 mL de solución, se trabajó con la fórmula propuesta por Descroizilles.

$$C_i * V_i = C_f * V_f$$

$$250\,000 \text{ mg/L} * V_i = 5\,000 \text{ mg/L} * 5 \text{ mL}$$

$$V_i = \frac{25\,000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot \text{ml}}{250\,000 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} = 0,10 \text{ ml del fungicida}$$

Dónde:

C_i = Concentración inicial

V_i = Volumen inicial

C_f = Concentración final

V_f = Volumen final

Luego de conocer la cantidad de fungicida para nuestra solución, se procede a establecer la cantidad de solvente a utilizar, para lo cual:

$$V_T = V_f + V_s$$

$$5 \text{ mL} = 0,10 \text{ mL} + V_s$$

$$V_s = 5 \text{ mL} - 0,10 \text{ mL}$$

$V_s = 4,9 \text{ mL}$ de agua destilada estéril

Dónde:

VT = Volumen total

Vf = Volumen del fungicida

Vs = Volumen del solvente

La solución obtenida es la solución stock; es decir, que su concentración está a 100 ppm y para obtener dosis más pequeñas se realizó la dilución de esta, es decir:

10 ppm = 5 mL de agua destilada estéril y 0,5 mL de la solución stock.

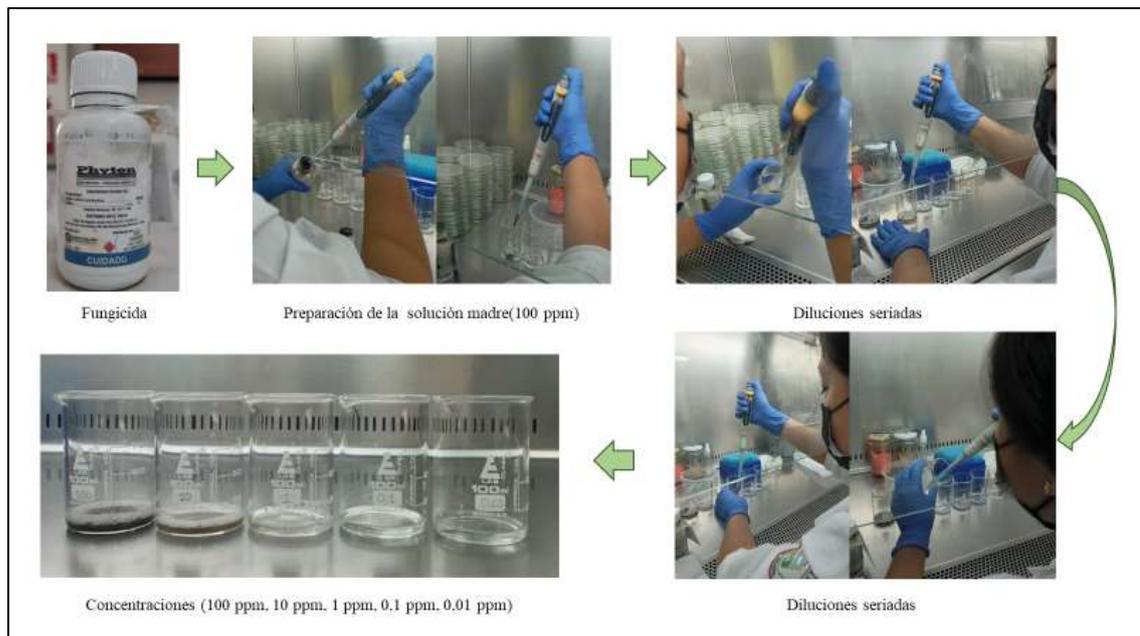
1 ppm = 5 mL de agua destilada estéril y 0,5 mL de la solución 10 ppm.

0,1 ppm = 5 mL de agua destilada estéril y 0,5 mL de la solución 1 ppm.

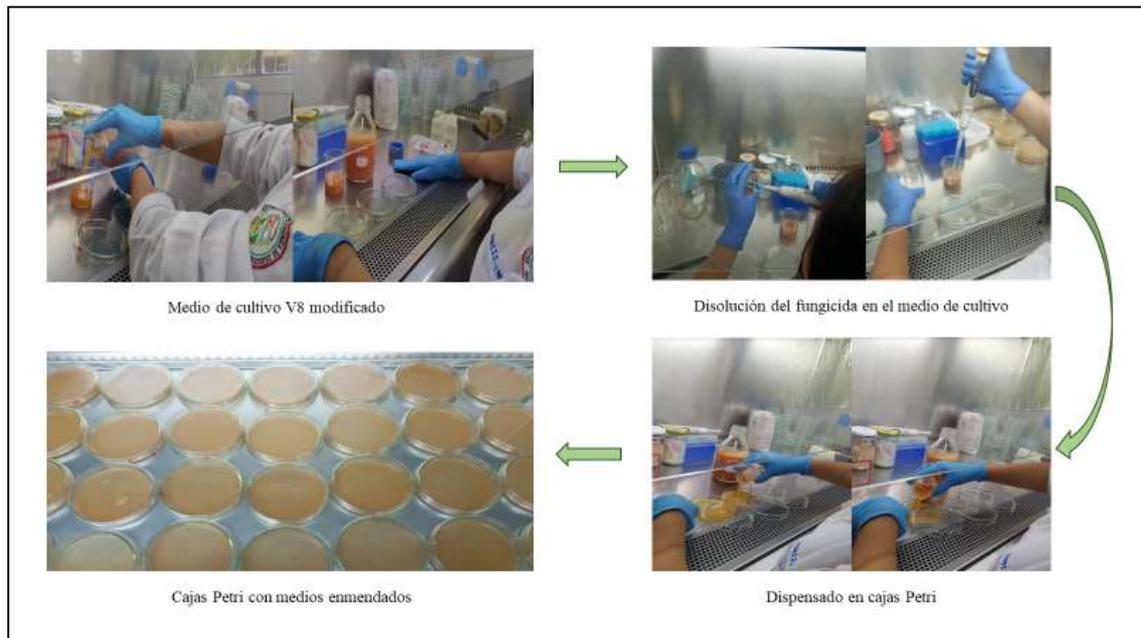
0,01 ppm = 5 mL de agua destilada estéril y 0,5 mL de la solución 0,1 ppm.

0 ppm = Control

ANEXO C: PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN STOCK.



ANEXO D: ENMENDADO DEL MEDIO DE CULTIVO V8 MODIFICADO.



ANEXO E: SIEMBRA DE LOS DISCOS DE MICELIO DE *Moniliophthora roreri* EN LAS CAJAS PETRI ENMENDADO CON FUNGICIDAS.



ANEXO F: MEDICIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS.



2. Clasificación de los datos de acuerdo al ingrediente activo, su concentración y los parámetros estudiados.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	principio activo	localidad	genotipo	otpa	dosis	repetición	1	diámetro_H (mm)	diámetro_V (mm)	diámetro_M						
2	extracto vegetal	pl_c	nacional	c1	100	1	2	4,79	5,49	4,34						
3	extracto vegetal	pl_c	nacional	c1	100	1	4	14,28	13,89	14,105						
4	extracto vegetal	pl_c	nacional	c1	100	1	7	28,18	25,9	27,545						
5	extracto vegetal	pl_c	nacional	c1	100	1	10	32,58	30,67	31,625						
6	extracto vegetal	pl_c	nacional	c1	100	2	2	5,61	5,23	5,13						
7	extracto vegetal	pl_c	nacional	c1	100	2	4	18,82	17,71	17,775						
8	extracto vegetal	pl_c	nacional	c1	100	2	7	26,91	26,63	27,77						
9	extracto vegetal	pl_c	nacional	c1	100	2	10	31,04	31,83	31,440						
10	extracto vegetal	pl_c	nacional	c1	100	3	2	4,92	2,61	3,685						
11	extracto vegetal	pl_c	nacional	c1	100	3	4	17,62	17	17,31						
12	extracto vegetal	pl_c	nacional	c1	100	3	7	28,73	28,4	28,985						
13	extracto vegetal	pl_c	nacional	c1	100	3	10	31,52	30,18	30,855						
14	extracto vegetal	fo_h	cor01	c2	100	1	2	5,28	2,71	2,885						
15	extracto vegetal	fo_h	cor01	c2	100	1	4	12,68	11,84	12,36						
16	extracto vegetal	fo_h	cor01	c2	100	1	7	24,42	23,31	24,865						
17	extracto vegetal	fo_h	cor01	c2	100	1	10	28,03	28,88	28,945						
18	extracto vegetal	fo_h	cor01	c2	100	2	2	4,33	3,08	3,635						
19	extracto vegetal	fo_h	cor01	c2	100	2	4	17,24	16,49	16,965						
20	extracto vegetal	fo_h	cor01	c2	100	2	7	25,57	24,8	25,185						
21	extracto vegetal	fo_h	cor01	c2	100	2	10	31,47	32,48	31,975						
22	extracto vegetal	fo_h	cor01	c2	100	3	2	4,98	3,78	4,38						

ANEXO G: CRECIMIENTO DE LAS CEPAS DE *Moniliophthora roreri* EN CAJAS PETRI ENMENDADO CON TIABENDAZOL.



Moniliophthora roreri
C1: Cepa 1
C2: Cepa 2
C3: Cepa 3

Tiabendazol



0 ppm

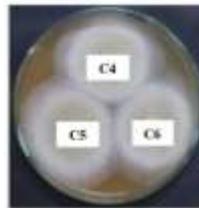
0,01 ppm

0,1 ppm

1 ppm

10 ppm

100 ppm



Moniliophthora roreri
C4: Cepa 4
C5: Cepa 5
C6: Cepa 6

Tiabendazol



0 ppm

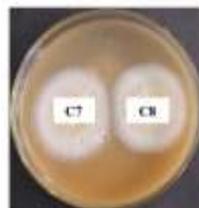
0,01 ppm

0,1 ppm

1 ppm

10 ppm

100 ppm



Moniliophthora roreri
C7: Cepa 7
C8: Cepa 8

Tiabendazol



0 ppm

0,01 ppm

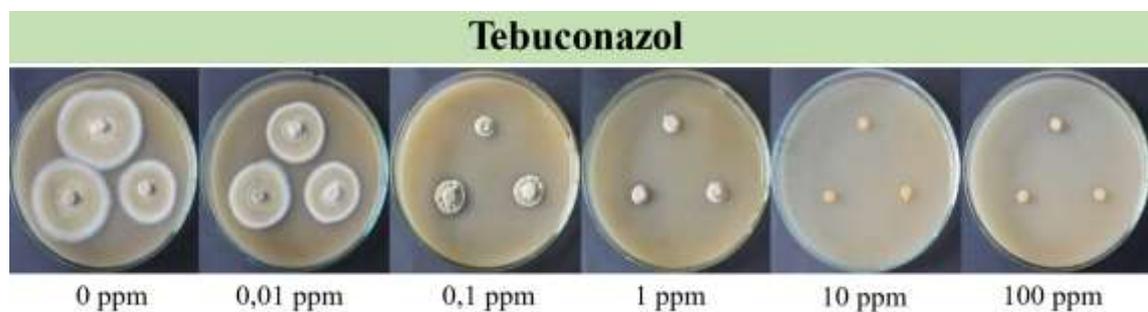
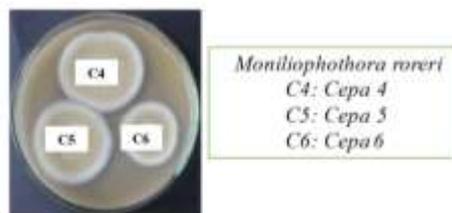
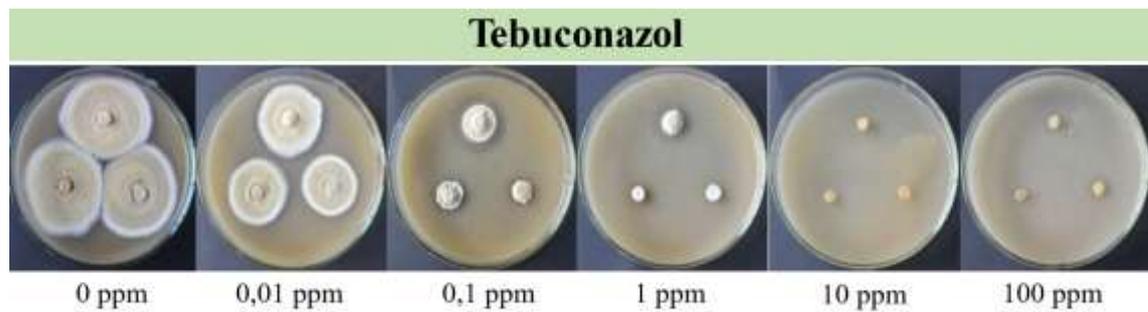
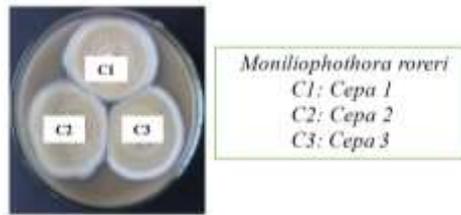
0,1 ppm

1 ppm

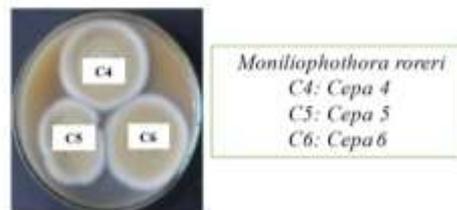
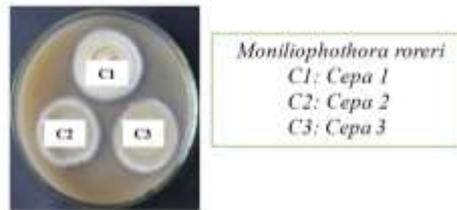
10 ppm

100 ppm

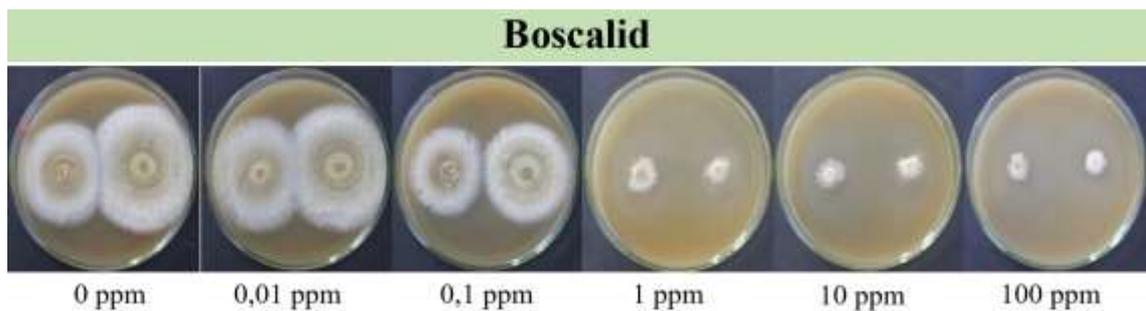
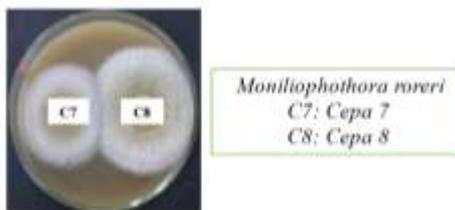
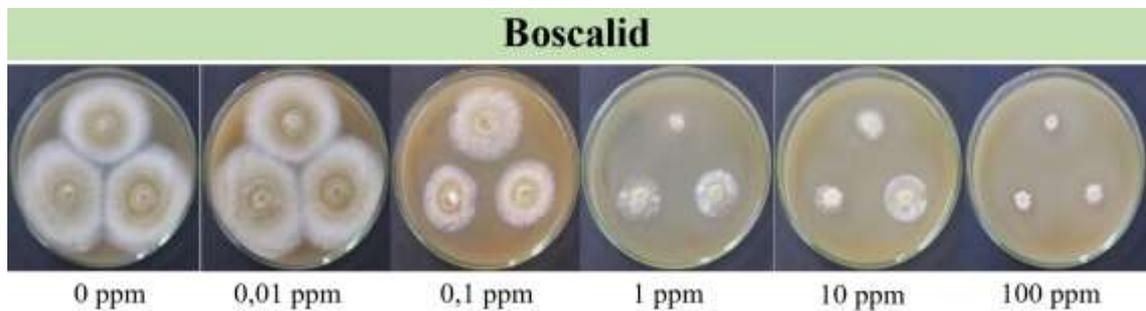
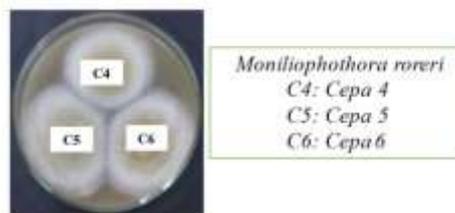
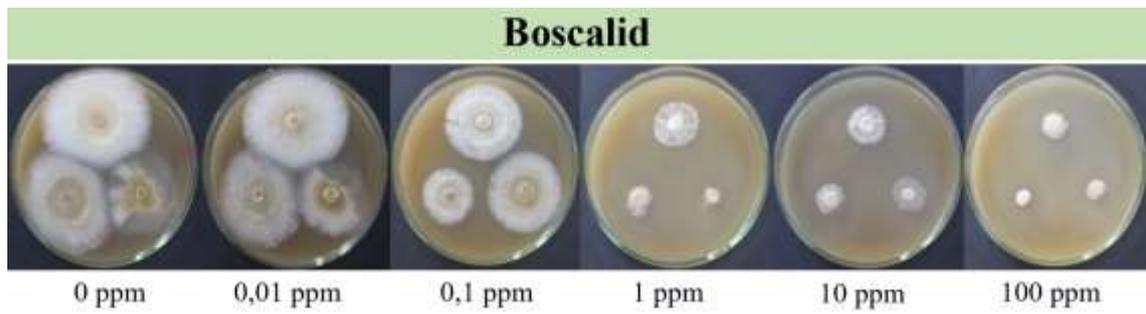
ANEXO H: CRECIMIENTO DE LAS CEPAS DE *Monilophthora roreri* EN CAJAS PETRI ENMENDADO CON TEBUCONAZOL.



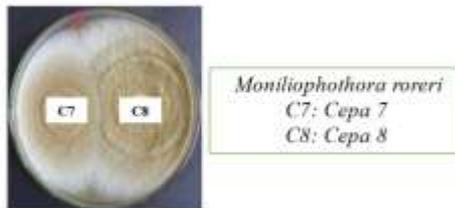
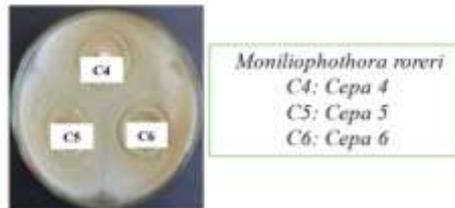
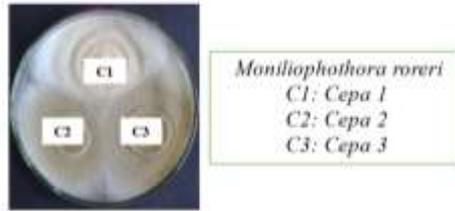
ANEXO I: CRECIMIENTO DE LAS CEPAS DE *Monilophthora roreri* EN CAJAS PETRI ENMENDADO CON AZOXYSTROBIN.



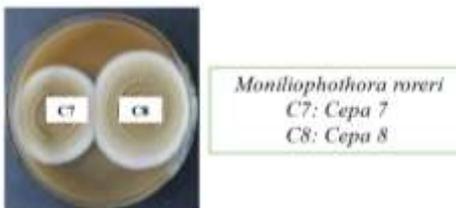
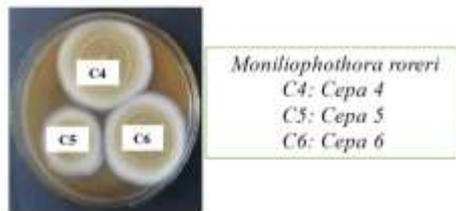
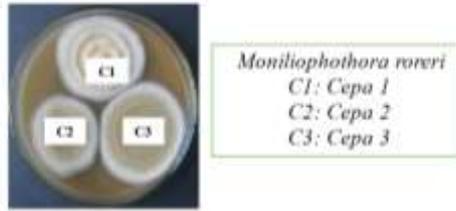
ANEXO J: CRECIMIENTO DE LAS CEPAS DE *Moniliophthora roreri* EN CAJAS PETRI ENMENDADO CON BOSCALID.



ANEXO K: CRECIMIENTO DE LAS CEPAS DE *Moniliophthora roreri* EN CAJAS PETRI ENMENDADO CON SULFATO DE COBRE.



ANEXO L: CRECIMIENTO DE LAS CEPAS DE *Moniliophthora roreri* EN CAJAS PETRI ENMENDADO CON EXTRACTO VEGETAL.





UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 18 / 01 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Vanessa Rocío Tenegusñay Naula
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Agronomía
Título a optar: Ingeniera Agrónoma
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



0038-DBRA-UTP-2023