

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**EVALUACIÓN DE TRES ESTRATEGIAS DE ROTACIÓN DE
FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DEL MILDIU (*Plasmopara viticola*) EN
VID (*Vitis vinifera* L. Var. Tannat) EN LA COMUNIDAD EL PORTILLO**

Elaborado por:

DANIEL OSCAR PIMENTEL GUDIÑO

**Tesis presentada a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “
JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para obtener el
Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica**

**Gestión 2025
TARIJA - BOLIVIA**

VºBº

.....
M.Sc. Ing. Victor Enrique Zenteno López
DOCENTE GUÍA

.....
M.Sc. Ing. Javier Caba Olguín
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

.....
M.Sc. Ing. Victor Enrique Zenteno López
VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

.....
M.Sc. Ing. Martin Oscar Tordoya Rojas

.....
Ing. Omar Gutiérrez Catari

.....
M.Sc. Ing. Yerko Sfarich Ruiz

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres
Jhony Oscar Pimentel Tapia y Patricia
Elsa Gudiño Zambrana, a mi hermana
Romina Carla Pimentel Gudiño.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por haberme dado siempre salud y una familia tan amorosa.

Agradecer a mis padres que siempre con su infinita paciencia, apoyo y comprensión hicieron que pueda llegar hasta aquí, siempre fueron mi razón para salir adelante y querer superarme.

También agradezco a mis increíbles amigos que pude conocer durante la carrera y que gracias a ellos me acomodé sin problemas en esta etapa de mi vida, siempre los recordaré y guardaré en mi memoria todos los recuerdos vividos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
JUSTIFICACIÓN	2
OBJETIVOS	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos.....	3
HIPÓTESIS	3

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO	4
1.1 Historia de la vid.....	4
1.2 El origen de la vid.....	5
1.3 Descubierto el origen de la domesticación de la vid	5
1.4 Características.....	5
1.5 Superficie y producción de vid.....	6
1.5.1 Mundial	6
1.5.2 Nacional	6
1.5.3 Departamental.....	6
1.6 Taxonomía.....	7
1.7 Morfología.....	7
1.7.1 Raíces.....	8
1.7.2 Tronco	8
1.7.3 Brazos	8

1.7.4	Sarmiento	9
1.7.5	Nudos	9
1.7.6	Yema	9
1.7.7	Hoja.....	10
1.7.8	Zarcillo	10
1.7.9	Racimo	10
1.7.10	Flores y bayas	10
1.8	Exigencias del cultivo	10
1.9	Requerimientos edafoclimáticos.....	11
1.9.1	Suelos.....	11
1.9.2	Altitud y precipitación.....	12
1.9.3	Temperatura.....	12
1.10	Variedad Tannat.....	13
1.10.1	Sinonimias	13
1.10.2	Características de los racimos de uva Tannat	14
1.10.2.1	Racimos	14
1.10.2.2	Bayas	14
1.10.2.3	Cepa Tannat	14
1.10.3	Descripción ampelográfica de la variedad	14
1.10.4	Características agronómicas de la variedad de uva Tannat	14
1.10.5	Potencial enológico de las uvas Tannat.....	15
1.11	Mildiu en la vid	15
1.11.1	Características biológicas y ciclo de vida del patógeno	16

1.11.2	Taxonomía.....	17
1.11.3	Ciclo biológico.....	17
1.11.4	Condiciones climáticas que favorecen su desarrollo	18
1.11.5	Sintomatología y daños que produce en la vid.....	19
1.11.5.1	En hojas	19
1.11.5.2	Brotes y sarmientos	20
1.11.5.3	Mildiu en Racimo.....	20
1.11.6	Métodos de control del mildiú.....	21
1.11.6.1	Control químico	21
1.11.6.2	Fungicidas de contacto	21
1.11.6.3	Fungicidas penetrantes	22
1.11.6.3.1	Fungicidas translaminares	22
1.11.6.4	Fungicidas sistémicos.....	22
1.12	Ingredientes activos en fungicidas.....	23
1.12.1	Ingrediente activo individual	25
1.12.2	Importancia de conocerlos.....	26
1.12.3	Ingredientes activos combinados	26
1.12.3.1	Ventajas de combinar fungicidas.....	26
1.12.3.1.1	Alcance de más patógenos	26
1.12.3.1.2	Beneficios indirectos de la combinación de fungicidas para el control de enfermedades	27
1.13	Control orgánico	28
1.13.1	Caldo bordelés	28
1.13.1.1	Historia	28

1.13.1.2	Composición	28
1.13.1.3	Usos	28
1.13.1.4	Preparación del caldo bordelés	29
1.13.1.5	Forma de preparación	29
1.13.1.6	Para tener en cuenta.....	30
1.13.1.7	Caldo bordelés ecológico.....	30
1.13.2	Extractos vegetales como fungicidas	30
1.13.2.1	Cola de caballo como fungicida.....	30
1.13.2.2	Ajo como fungicida.....	31

CAPÍTULO II

2	MATERIALES Y MÉTODOS	33
2.1	LOCALIZACIÓN.....	33
2.1.1	Ubicación geográfica	33
2.1.2	Topografía	34
2.1.2.1	Características principales	34
2.2	CARACTERÍSTICAS AGROPECUARIAS	34
2.2.1	Clima.....	34
2.2.2	Precipitación	35
2.2.3	Humedad	36
2.2.4	Vegetación en la comunidad El Portillo	36
2.2.5	Suelos.....	37
2.3	MATERIALES.....	38
2.3.1	Material vegetal	38

2.3.2	Productos fitosanitarios utilizados	38
2.3.2.1	Fungicidas de contacto y sistémicos	38
2.3.2.2	Productos orgánicos	39
2.3.3	Materiales de campo	39
2.3.4	Material de gabinete.....	39
2.4	MÉTODOS	39
2.4.1	Diseño experimental	39
2.4.1.1	Modelo aditivo lineal	39
2.4.1.2	Comparación de medias	40
2.5	Descripción de las estrategias fungicidas.....	40
2.5.1	Productos utilizados y dosis	41
2.5.1.1	Productos aplicados, ingrediente activo, dosis y número de aplicaciones por tratamiento.....	41
2.6	Diseño de campo de las parcelas experimentales	45
2.6.1	Dimensiones de la unidad experimental.....	45
2.7	Metodología de campo.....	46
2.7.1	Método experimental	46
2.7.2	Preparación de fungicidas orgánicos	46
2.7.3	Programa de aplicaciones.....	47
2.7.4	Desarrollo fenológico del cultivo	49
2.7.5	Condiciones epidemiológicas y climáticas.....	49
2.7.5.1	Caracterización de los factores climáticos.....	49
2.7.5.2	Comportamiento climático mensual.....	50
2.7.6	Seguimiento y evaluación del mildiu.....	50

2.7.7	Confirmación Fitopatológica Del Agente Causal.....	52
2.7.7.1	Análisis macroscópico de las muestras (Imagen A).....	52
2.7.7.2	Análisis microscópico (Imagen B).....	53
2.7.7.3	Diagnóstico definitivo	53
2.7.7.4	Implicancias epidemiológicas dentro del sistema productivo	54
2.7.7.5	Relevancia para el estudio de rotación de fungicidas.....	54
2.7.7.6	Conclusión técnica del análisis de laboratorio.....	54
2.7.8	Manejo agronómico complementario	55
2.7.9	Registro fotográfico	55
2.7.10	Caracterización físico-química del suelo del área experimental.....	55
2.7.10.1	Muestreo y procedencia del análisis.....	57
2.7.10.2	Propiedades químicas del suelo.....	57
2.7.10.3	Macronutrientes del suelo.....	58
2.7.10.4	Propiedades físicas del suelo	59
2.7.10.5	Interpretación agronómica general.....	59
2.8	VARIABLES DE RESPUESTA.....	60
2.8.1	Incidencia de mildiu (%).....	60
2.8.2	Severidad del mildiu	60
2.8.3	Índice de eficacia (%)	61
2.8.4	Síntomas de fitotoxicidad.....	62
2.8.5	Análisis económico.....	62
2.8.5.1	Costo Directo Total (CD).....	63
2.8.5.2	Ingreso bruto	63

2.8.5.3	Costo de Producción (CP)	63
2.8.5.4	Ingreso neto.....	63
2.8.5.5	Relación beneficio/costo.....	64

CAPÍTULO III

3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
3.1	Porcentaje de incidencia de mildiu en vid.....	65
3.1.1	Análisis de varianza	65
3.1.2	Prueba de Tukey y una confianza de 95% o 5%.....	66
3.1.3	Interpretación.....	68
3.2	Porcentaje de severidad foliar causada por mildiu	68
3.2.1	Análisis de varianza	69
3.2.2	Prueba de Tukey y una confianza de 95% o 5%.....	70
3.2.3	Interpretación.....	72
3.3	Índice de eficacia de control del mildiu.....	73
3.3.1	Análisis de varianza	74
3.3.2	Prueba de Tukey y una confianza de 95% o 5%.....	74
3.3.3	Interpretación.....	77
3.4	Fitotoxicidad asociada a tratamientos fungicidas	78
3.4.1	Análisis de varianza	79
3.4.2	Prueba de Tukey y una confianza de 95% o 5%.....	79
3.4.3	Interpretación.....	81
3.5	Análisis económico de las estrategias de control	82
3.5.1	Costos y resultados económicos por tratamiento.....	83

CAPÍTULO IV

4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
4.1	Conclusiones.....	85
4.2	Recomendaciones	86
	BIBLIOGRAFÍA	87
	ANEXOS.....	91

Índice de Gráficas

Gráfico 1. Intervalos de confianza simultáneos (Tukey, 95%) para la incidencia del mildiu (%) en vid.	67
Gráfico 2. Intervalos para la incidencia del mildiu (%).	68
Gráfico 3. Intervalos de confianza simultáneos (Tukey, 95%) para severidad del mildiu (%) en vid.	71
Gráfico 4. Intervalos para la severidad del mildiu (%) en función de los tratamientos evaluados.	72
Gráfico 5. Intervalos de confianza simultáneos (Tukey, 95%) para la eficacia (%) de control del mildiu.	75
Gráfico 6. Intervalos para la eficacia de control (%) del mildiu en vid.	76
Gráfico 7. Intervalos de confianza simultáneos (Tukey, 95%) para fitotoxicidad en vid.	80
Gráfico 8. Intervalos para fitotoxicidad en función de los tratamientos evaluados. ...	81

Índice de Tablas

Tabla 1 Clasificación taxonómica de la vid.....	7
Tabla 2 Clasificación taxonómica del mildiu de la vid (Plasmopara viticola)	17
Tabla 3 Temperaturas generales registradas en Tarija.....	35
Tabla 4 Precipitaciones generales registradas en Tarija	36
Tabla 5 Humedad general en (%) registrada en Tarija	36
Tabla 6 Caracterización general de la vegetación predominante en la comunidad El Portillo.	37
Tabla 7 Descripción general de los suelos predominantes en la comunidad El Portillo.	37
Tabla 8 Productos aplicados en el tratamiento T1 (testigo productor)	42
Tabla 9 Productos aplicados en el tratamiento T2 (rotación de fungicidas orgánicos).	43
Tabla 10 Productos aplicados en el tratamiento T3 (rotación de ingredientes activos individuales).....	43
Tabla 11 Productos aplicados en el tratamiento T4 (rotación de ingredientes activos combinados).....	44
Tabla 12 Cronograma general de aplicaciones fungicidas y fase fenológica de la vid durante el ensayo.....	48
Tabla 13 Condiciones climáticas registradas	50
Tabla 14 Relación clima – desarrollo del mildiu	51
Tabla 15 Propiedades físico-químicas del suelo del área experimental.....	56
Tabla 16 Escala diagramática utilizada para la evaluación de severidad del mildiu en vid.....	61
Tabla 17 Escala visual empleada para la evaluación de fitotoxicidad en vid (0–5)...	62

Tabla 18 Porcentaje de la incidencia del mildiu en la vid.	65
Tabla 19 Análisis de varianza para la incidencia del mildiu (%) en vid.....	65
Tabla 20 Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0,05$) para la incidencia del mildiu (%) según tratamiento aplicado.	66
Tabla 21 Porcentaje de la severidad.	69
Tabla 22 Análisis de varianza para la severidad del mildiu (%).	69
Tabla 23 Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0,05$) para severidad del mildiu (%).	70
Tabla 24 Índice de la eficacia del mildiu.	73
Tabla 25 Análisis de varianza para la eficacia de control (%) del mildiu.....	74
Tabla 26 Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0,05$) para la eficacia (%) de control del mildiu según tratamiento.	74
Tabla 27 Datos registrados para la fitotoxicidad.	78
Tabla 28 Análisis de varianza para fitotoxicidad en vid bajo estrategias fungicidas evaluadas.	79
Tabla 29 Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0,05$) para fitotoxicidad según tratamiento aplicado.	79
Tabla 30 Presupuesto comparativo de las estrategias fungicidas evaluadas.....	83
Tabla 31 Ingreso bruto para los tratamientos	103

Índice de Anexos

Anexo 1. Inicio de la brotación	91
Anexo 2. Brotación.....	91
Anexo 3. Brotación.....	92
Anexo 4. Prefloración	92
Anexo 5. Floración	92
Anexo 6. Compactación de racimos	93
Anexo 7. Envero de racimos	93
Anexo 8. Cosecha	94
Anexo 9. Cosecha.....	94
Anexo 10. Síntomas del mildiu en vid.....	95
Anexo 11. Mildiu larvado en racimo	95
Anexo 12. Ajo. A; Ajo después de la cocción - B; Estado acuoso del ajo	96
Anexo 13. Cola de caballo. A; Pre cocción - B; Post cocción	96
Anexo 14. A; Estado acuoso de la cola de caballo - B; Aplicación de fungicidas	97
Anexo 15. Preparación del caldo bordelés.....	97
Anexo 16. Fungicidas con un solo ingrediente activo	98
Anexo 17. Fungicidas con ingredientes activos combinados.....	99
Anexo 18. Análisis de suelos proporcionado por el laboratorio de suelo de la UAJMS	100
Anexo 19. Comprobante de pago para la identificación del mildiu en laboratorio...	101
Anexo 20. Análisis macroscópico del mildiu.....	101
Anexo 21. Muestras para el análisis de laboratorio	102

Anexo 22. Confirmación del patógeno en el microscopio	102
Anexo 23 HOJA DE COSTOS PARA EL TRATAMIENTO 1 (Bs/ha)	104
Anexo 24 HOJA DE COSTOS PARA EL TRATAMIENTO 2 (Bs/ha)	106
Anexo 25 HOJA DE COSTOS PARA EL TRATAMIENTO 3 (Bs/ha)	108
Anexo 26 HOJA DE COSTOS PARA EL TRATAMIENTO 4 (Bs/ha)	110