

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AGRÓNOMO**

**COMPATIBILIDAD DE CEPAS NATIVAS DE *Beauveria* sp
Y *Metarhizium* sp COMO ESTRATEGIA PARA EL
CONTROL BIOLÓGICO DE LA BROCA DEL CAFÉ
(*Hypothenemus hampei*, Ferrari).**

Autora : Bach. Jeisy Mariela Servan Bardales

Asesor : Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz

Coasesor : Ing. M.Cs. Santos Triunfo Leiva Espinoza

: Ing. Geysen Everson Angulo Cueva

Registro:(.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2022

DATOS DEL ASESOR

Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz

DNI N° 05374749

Registro ORCID N° 0000-0002-9670-0970

<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>

**Campo de la Investigación y el Desarrollo OCDE según la organización para la
Cooperación y el Desarrollo Económico**

4.00.00. Ciencia Agrícolas

4..01.00 Agricultura, Silvicultural, Pesquería

4.01.02 Forestal

4.01.06 Agronomía-

Agradecimiento

Quiero expresar mi gratitud sincera a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presente.

Agradezco a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza por brindarme la oportunidad de pertenecer a esta prestigiosa institución en especial a la escuela profesional de ingeniería agrónoma que me brindó los conocimientos adquiridos durante mi formación.

Al Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES), medio por el cual se ejecuta el proyecto BIOBROK y al laboratorio de investigación en sanidad vegetal (LABISANV) en especial a la Bióloga María Julia Silva Manco, por su persistente orientación y apoyo constante.

A mi asesor de tesis Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz, co-asesores Ing. MScs. Santos Triunfo Leiva Espinoza e Ing. Geysen Everson Angulo Cueva, por el apoyo incondicional y contribución con sus conocimientos durante el desarrollo de este estudio de investigación.

**Autoridades de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de
Amazonas**

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

Rector

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

Vicerrector Académico

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

Vicerrectora de Investigación

Mg. Sc. ARMSTRONG BARNARD FERNANDEZ JERÍ

Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

Visto Bueno del Asesor de la Tesis



ANEXO 3-K

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (x)/Profesional externo (^), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Compatibilidad de cepas nativas de Beauveria sp. y Metarhizium sp. como estrategia para el control biológico de la broca del café (Hypothenemus hampei, Ferrari); del egresado Jeisy Mariela Serván Bardales de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 04 de Julio del 2022

Firma y nombre completo del Asesor

Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz

Visto Bueno del Co-Asesor de la Tesis



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-K

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (x)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Compatibilidad de cepas nativas de Beauveria sp. y Metarhizium sp. como estrategia para el control biológico de la broca del café (Hypothenemus hampei, Ferrari). del egresado Jeisy Mariela Servan Bardales de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 04 de Julio del 2022

Mg. Sc. Santos Triunfo Lujva Espinoza

Firma y nombre completo del Asesor

Visto Bueno del Coasesor de la Tesis



ANEXO 3-K

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (x)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Compatibilidad de cepas nativas de Beauveria sp. y Metarhizium sp. como estrategia para el control biológico de la broca del café (Hypothenemus hampei, Ferrari). del egresado Jeisy Mariela Sarvan Bardales de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de esta Casa Superior de Estudios.



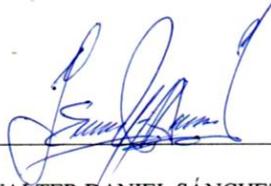
El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 04 de Julio del 2022

Ing. Cayetano Escobedo Angulo Cevallos
DNI 74116326

Firma y nombre completo del Asesor

Jurado Evaluador de la Tesis



MSc. WALTER DANIEL SÁNCHEZ AGUILAR

Presidente



MSc. GUILLERMO IDROGO VASQUEZ

Secretario



Ph.D. LIGIA MAGALI GARCÍA ROSERO

Vocal

Constancia de Originalidad de la Tesis



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-O

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

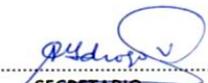
Compatibilidad de cepas nativas de Beauveria sp y Metarhizium sp como estrategia para el control biológico de la broca del café (Hypothenemus hampei, Ferrari),
presentada por el estudiante ()/egresado (x) *Jeisy Mariela Serván Bordaes*
de la Escuela Profesional de *Ingeniería Agrónoma*
con correo electrónico institucional *7314611232@untrm.edu.pe*

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 22 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (x) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.

Chachapoyas, 19 de Marzo del 2021




SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

OBSERVACIONES:

ix

Índice o Contenido General

Datos del Asesor	ii
Agradecimiento	iii
Autoridades de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas	iv
Visto Bueno del Asesor de la Tesis	v
Visto Bueno del Coasesor de la Tesis	vi
Visto Bueno del Coasesor de la Tesis	vii
Jurado Evaluador de la Tesis	viii
Constancia de Originalidad de la Tesis	ix
Acta de Sustentación de Tesis	x
Incice o Contetenido General.....	xi
Índice de Tablas.....	xiii
Índice de Figuras.....	xiv
Resumen.....	xvi
Abstract.....	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	18
II. MATERIAL Y METODOS.....	20
2.1.Ubicación de la investigación.....	20
2.2.Metodología.....	21
2.3.Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos y procedimiento	22
2.4.Actividades realizadas.....	23
III. RESULTADOS.....	32
3.1. Compatibilidad de hongos entomopatógenos de <i>Metarhizium</i> sp y <i>Beauveria</i> sp.....	32
3.2. Concentración de conidios de los hongos entomopatógenos.	35
3.3.Porcentaje de germinación de los hongos entomopatógenos <i>Metarhizium</i> sp y <i>Beauveria</i> sp.....	37
3.4.Evaluación de la patogenicidad de la combinación de <i>Metarhizium</i> sp <i>Beauveria</i> sp.....	39
IV. DISCUSION.....	43
V. CONCLUSIONES.....	45
VI. RECOMENDACIONES.....	46

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
ANEXOS.....	50

Índice de Tablas

Tabla 1. Características generales del experimento.....	22
Tabla 2. Descripción de los tratamientos con código de las cepas de <i>Metarhizium</i> sp y <i>Beauveria</i> sp.	22
Tabla 3. Grado de patogenicidad de las cepas de <i>Beauveria</i> sp del proyecto de BROCAFE.....	24
Tabla 4. Codificación de 15 cepas de <i>Metarhizium</i> sp	25
Tabla 5. Tipo de interacción para establecer la reacción que presentan.....	26
Tabla 6. Cepas compatibles de la combinación entre <i>Metarhizium</i> sp y <i>Beauveria</i> sp. 32	
Tabla 7. Tipo de interacción entre <i>Metarhizium</i> sp y <i>Beauveria</i> sp.....	33
Tabla 8. Nivel de esporulación para las cepas nativas de <i>Beauveria</i> sp y <i>Metarhizium</i> sp.....	36
Tabla 9. Análisis de varianza (ANVA) para el porcentaje de mortalidad sobre la broca de café (<i>Hypothenemus hampei</i>).....	39
Tabla 10. Análisis de varianza (ANVA) para el grado de micosis sobre la broca de café (<i>Hypothenemus hampei</i>).	40
Tabla 11. Ficha de evaluación de la compatibilidad de las medidas y los días de cada cepas.....	50
Tabla 12. Ficha de evaluación de la concentración de conidios de los hongos entomopatógenos.	51
Tabla 13. Ficha de evaluación de la mortalidad de la broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i>)	53
Tabla 14. Ficha de evaluación del grado de micosis de la compatibilidad sobre la broca del café.....	55

Índice de Figuras

Figura 1. Mapa de la ciudad universitaria UNTRM-A y Laboratorio de Investigación en Sanidad Vegetal. Ubicación geográfica: a) Mapa de la República del Perú, b) Mapa del Departamento de Amazonas, c) Laboratorio de Sanidad Vegetal ubicada dentro de la ciudad universitaria (UNTRM-A).	20
Figura 2. Croquis de distribución de los tratamientos del proyecto de investigación en laboratorio con tres repeticiones.	23
Figura 3. Prueba de compatibilidad; a) cepas de <i>Metarhizium</i> sp y <i>Beauveria</i> sp a los 5 días, b) sembrando discos de 4 mm a los extremos de la placa Petri, c) compatibilidad a los 36 días.....	26
Figura 4. Producción en arroz; a) 150 g de arroz en taperes precocido, b) inoculando <i>Metarhizium</i> sp y <i>Beauveria</i> sp en arroz en la cámara de flujo laminar, c) bolsas de arroz esporulado a los 15 días.	27
Figura 5. Evaluación del porcentaje de germinación; a) montaje de las cepas para su observación, b) lectura del porcentaje de germinación, c) conidios germinados d): <i>Beauveria</i> sp e): <i>Metarhizium</i> sp.	29
Figura 6. Aplicación de las cepas; a) cosecha de conidios, b) agitando las cepas, c) sumergiendo las brocas en la solución que contiene 1×10^7 conidios/ml.....	30
Figura 7. Grado de micosis de <i>Metarhizium</i> sp y <i>Beauveria</i> sp en cuerpos de <i>Hypothenemus hampei</i> según la escala convencional	31
Figura 8. Concentración de conidios de <i>Metarhizium</i> sp y <i>Beauveria</i> sp.....	36
Figura 9. Porcentaje de germinación entre <i>Metarhizium</i> sp y <i>Beauveria</i> sp.....	38
Figura 10. Prueba de mortalidad de <i>Hypothenemus hampei</i> por inoculación de hongos entomopatógenos. Las barras con letras diferentes, difieren estadísticamente entre sí (Duncan $p < 0,05$).....	40
Figura 11. Crecimiento micelial de la combinación de <i>Metarhizium</i> sp y <i>Beauveria</i> sp sobre <i>Hypothenemus hampei</i> . Las barras con letras diferentes, difieren estadísticamente entre sí (Duncan $p < 0,05$).. ..	41
Figura 12. Grado de micosis de <i>Metarhizium</i> sp y <i>Beauveria</i> sp en cuerpos de <i>Hypothenemus hampei</i>	42
Figura 13. Reactivación de las cepas de <i>Beauveria</i> sp.....	58
Figura 14. Reconocimiento de las 15 cepas de <i>Metarhizium</i> sp... ..	58

Figura 15. Compatibilidad de cepas entomopatógena <i>Metarhizium</i> sp y <i>Beauveria</i> sp.	59
Figura 16. Porcentaje de germinación de conidios de la compatibilidad.....	60
Figura 17. Prueba de patogenicidad con cosecha de arroz de las cepas de hongos.....	61
Figura 18. Distribución de tratamiento de la patogenicidad.....	62

Resumen

Una de las principales plagas a nivel mundial del cultivo del café, es la broca (*Hypothenemus hampei*, Ferrari). La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la efectividad del consorcio de cepas de *Beauveria* sp y *Metarhizium* sp para el control biológico de la broca del café (*Coffea arábica*) a nivel de laboratorio. En la prueba de patogenicidad a partir de la compatibilidad positiva de los hongos entomopatógenos, se trabajó con un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres repeticiones, diecisiete tratamientos y un testigo. Los tratamientos evaluados fueron: T1 cepa PMR-M13/P19; T2 cepa PMR-M13/P4; T3 cepa PMR-M13/F5; T4 cepa MMR-M1/P19; T5 cepa MMR-M1/P4; T6 cepa MMR-M1/F5; T7 cepa LLM-M2/P19; T8 cepa LLM-M2/F5; T9 cepa MHR-M4/P4; T10 cepa MHR-M4/F5; T11 cepa NRR-M5/P4; T12 cepa NRR-M5/F5; T13 cepa MMR-M16/P19; T14 cepa GOR-M19/P19; T15 cepa GOR-M19/F5; T16 cepa TOR-M17/P19; T17 cepa TOT-M20/F5, T0, se utilizó un solo valor de inoculación de 1×10^7 conidios/ml. Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa InfoStat, para el análisis de varianza se realizó la prueba de Duncan al 95% de confianza. Los resultados obtenidos en la compatibilidad de acuerdo al porcentaje de germinación los tratamientos que presentaron valores semejantes a los testigos; T1, T2, T3, T14, T15 con un valor de 86%. En cuanto a la prueba de patogenicidad los mejores se registraron en los tratamientos T1, T4, T5, T10, T16 con un valor de 100% de mortalidad a las 72 horas con grado 4 de micosis.

Palabras claves: Broca del café, efectividad, *Beauveria* sp, *Metarhizium* sp, control biológico.

Abstract

The main pests of the coffee crop worldwide is berry borer (*Hypothenemus hampei* Ferrari). The present research aimed to evaluate the effectiveness of the consortium of strains of *Beauveria* sp and *Metarhizium* sp for the biological control of the coffee borer (*Coffea arabica*) in laboratory. In the pathogenicity test based on the positive compatibility of entomopathogenic fungi, a Completely Randomized Design (DCA) was used with three repetitions, seventeen treatments and a control. The evaluated treatments were: T1 strain PMR-M13 / P19; T2 strain PMR-M13 / P4; T3 strain PMR-M13 / F5; T4 strain MMR-M1 / P19; T5 strain MMR-M1 / P4; T6 strain MMR-M1 / F5; T7 strain LLM-M2 / P19; T8 strain LLM-M2 / F5; T9 strain MHR-M4 / P4; T10 strain MHR-M4 / F5; T11 strain NRR-M5 / P4; T12 strain NRR-M5 / F5; T13 strain MMR-M16 / P19; T14 strain GOR-M19 / P19; T15 strain GOR-M19 / F5; T16 strain TOR-M17 / P19; T17 strain TOT-M20 / F5, control. A single inoculation value of 1×10^7 conidia / g was used. For the data processing, the InfoStat program was used, for the analysis of variance, Duncan's test was performed at 95% confidence. The results obtained in the compatibility according to the percentage of germination the treatments that presented values similar to the witnesses; T1, T2, T3, T14, T15 with a value of 86%. Regarding the pathogenicity test, the best ones were recorded in treatments T1, T4, T5, T10, and T16 with a value of 100% mortality at 72 hours with grade 4 mycosis.

Key words: Coffee borer, effectiveness, *Beauveria* sp, *Metarhizium* sp, biological controls.

I. INTRODUCCIÓN

El café es considerado actualmente como uno de los productos bandera de agroexportación (Alcantara *et al.*, 2017), superando a Colombia y Brasil (MINAGRI, 2017). Su importancia radica en el orden económico, social y ecológico (Palomino *et al.*, 2014), convirtiéndose en una alternativa de mejora económica para el productor (Martínez *et al.*, 2007).

Existe en nuestro país más de 425 mil hectáreas de café, distribuidas en las regiones de Puno, Amazonas, Junín, Pasco, Cajamarca, Cusco, San Martín y Ayacucho; donde los últimos años la producción ha disminuido a causa de las plagas y enfermedades, destacando la broca del café (*Hypothenemus hampei*, Ferrari) como uno de los principales insectos plagas más dañina de este cultivo a nivel mundial. (Baker, 1999).

Este insecto coloniza los frutos durante su maduración y tiene la capacidad de reducir las cosechas en más del 50% de conversión de café cerezo en pergamino en un tiempo corto, afectando en los ingresos económicos de los productores cafetaleros (MINAGRI, 2017).

El uso de hongos entomopatógenos en el control biológico puede desempeñar un rol importante en la protección de las plantas contra plagas y enfermedades (Jaber y Ownley, 2017).

Las especies más comercializadas de estos hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* (vals.) y *Metarhizium anisopliae* (Metsch) reconocidos como importantes agentes de control para diversas plagas agrícolas, debido a su eficacia y facilidad de multiplicación en laboratorio (Téllez *et al.*, 2009); Su mecanismo de acción es único referenciando a que no necesita ser ingerido por el insecto para controlarlo sino que afecta por contacto y adhesión de las esporas a partes de su cuerpo, (Hajek, 1997; Monzón, 2001).

Milner y Lutton (1976), reportaron que el hongo *Metarhizium anisopliae* está mejor adaptado a condiciones del suelo que *Beauveria bassiana* y su aplicación es ampliamente en el control de plagas a nivel de la rizosfera, mientras que *Beauveria bassiana* está más asociada a plagas de la parte aérea de las plantas.

Con base en las evidencias previas de los efectos beneficiosos de estas dos especies de hongos y su uso como agentes de control biológico, el presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar la efectividad de cepas de los hongos entomopatógenos *Beauveria* sp y *Metarhizium* sp en el control de las poblaciones de la broca del café *Hypothenemus hampei*, a nivel de laboratorio, como una alternativa eficaz y económica para el beneficio del sector productivo, el medio ambiente y la salud.

II. MATERIAL Y METODOS

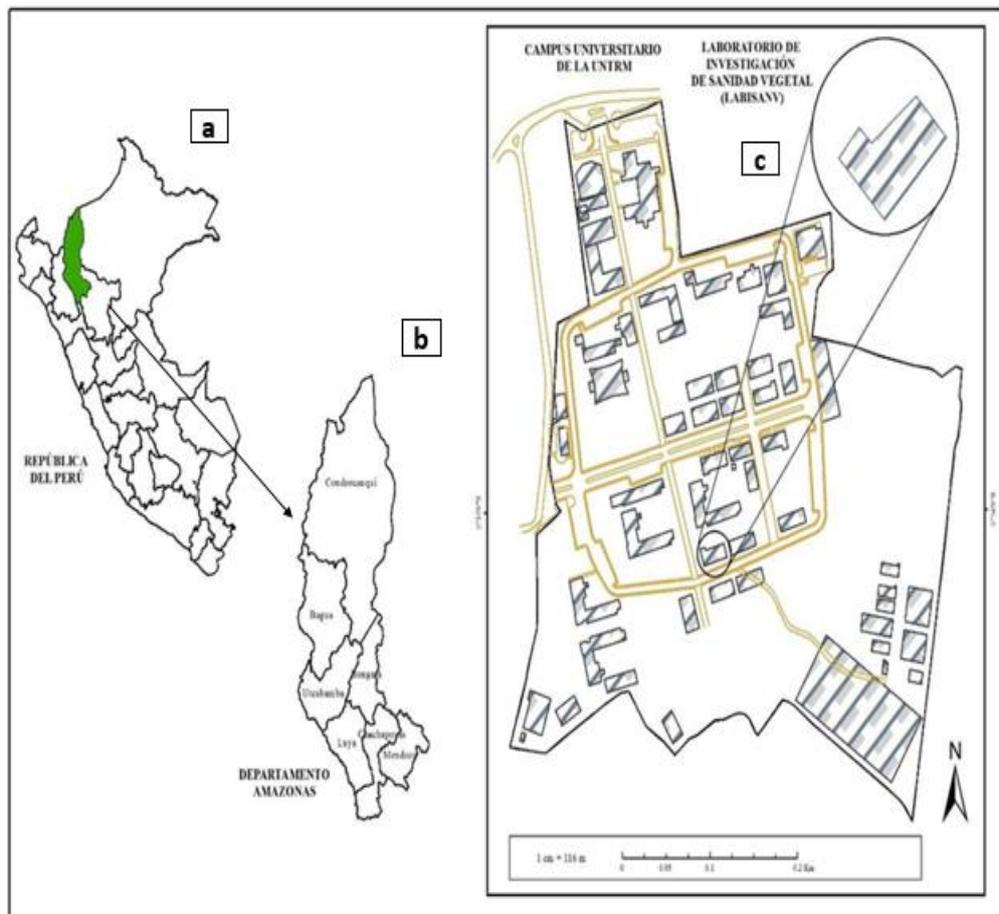
2.1. Ubicación de la investigación

Esta investigación es básica del proyecto Biobrok financiada por el FONDECYT por intermedio del INDES-CES.

Las siguientes etapas del proyecto: a) reactivación de cepas de los hongos entomopatógenos, b) la compatibilidad, c) el porcentaje de germinación y d) la patogenicidad se desarrollaron en el Laboratorio de Investigación en Sanidad Vegetal (LABISANV), de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, en la ciudad de Chachapoyas, Amazonas-Perú (Figura 1).

Figura 1

Mapa de la ciudad universitaria UNTRM-A y Laboratorio de Investigación en Sanidad Vegetal. Ubicación geográfica: a) Mapa de la República del Perú, b) Mapa del Departamento de Amazonas, c) Laboratorio de Sanidad Vegetal ubicada dentro de la ciudad universitaria (UNTRM-A). Ramírez (2017).



2.2. Metodología

2.2.1. Diseño de la investigación

Se trabajó con un Diseño Completamente al Azar (DCA), donde se utilizó la prueba de patogenicidad como actividad tomada a partir de la compatibilidad positiva de cepas de los hongos entomopatógenos lo cual fue distribuido en 17 tratamientos más un testigo, haciendo un total de 54 unidades experimentales (tomando en cuenta que cada tratamiento consta de tres repeticiones) cada unidad experimental es representada por una placa petri de 90 x 20 mm. Para el análisis estadístico se utilizó el software infostat versión 2020.

Modelo auditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde: Y_{ij} = Efectividad de la patogenicidad de *Beauveria* sp y *Metarhizium* sp en el i-ésimo tratamiento y j-ésima repetición

μ = Media general

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

ε_{ij} = Error experimental que pertenece a la i-ésimo tratamiento y j-ésima repetición.

2.2.2. Población y muestra

Población

La población en estudio estuvo conformada por 54 placas petri, donde se evaluó el efecto *in vitro* de cepas de *Metarhizium* sp y *Beauveria* sp como control sobre (*Hypothenemus hampei*).

Muestra

Se evaluaron 17 combinaciones más un testigo de placas petri (cada placa de 90 mm de diámetro fue una unidad experimental) para el presente estudio

2.3. Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos y procedimiento

2.3.1. Características del experimento

El área de unidad experimental consto de 4.37 m², donde se establecieron las 3 repeticiones con 18 tratamientos, con 54 unidades experimentales cada una en placas Petri a evaluar (Tabla 1).

Tabla 1

Características generales del experimento.

Diseño completamente al azar	
Repeticiones	3
Tratamiento	18
N° de unidades experimentales	54
Área de la unidad experimental	4.37 m ²
Número de placas Petri a evaluar	54

2.3.2. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos en evaluación fueron 18 (Figura 2), de los cuales 17 fueron producto de la combinación de cepas de los hongos entomopatógenos sobre adultos de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) más un testigo absoluto (Tabla 2).

Tabla 2

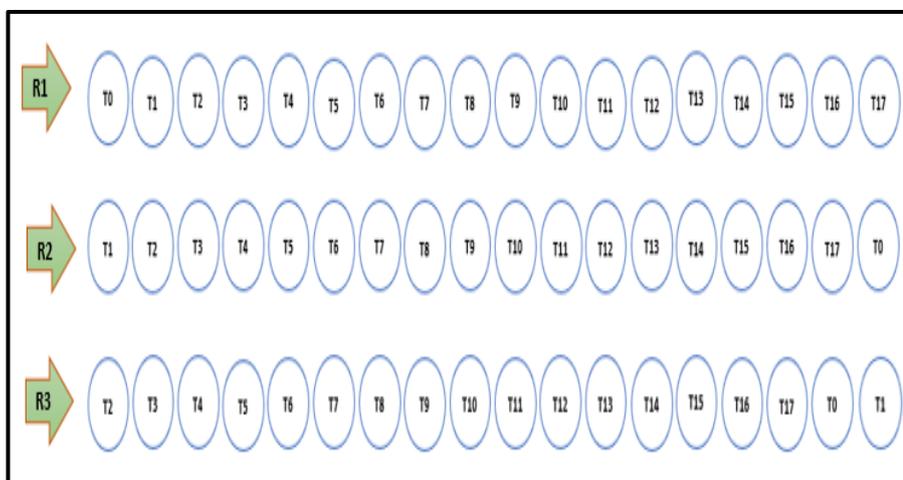
Descripción de los tratamientos con código de las cepas de Metarhizium sp y Beauveria sp.

Tratamientos	Descripción	Código
T0	Testigo absoluto (<i>Hypothenemus hampei</i>)	T0
T1	<i>Metarhizium</i> sp M13/ <i>Beauveria</i> sp P19	PMR-M13/P19
T2	<i>Metarhizium</i> sp M13/ <i>Beauveria</i> sp P4	PMR-M13/P4
T3	<i>Metarhizium</i> sp M13/ <i>Beauveria</i> sp F5	PMR-M13/F5
T4	<i>Metarhizium</i> sp M1/ <i>Beauveria</i> sp P19	MMR-M1/P19
T5	<i>Metarhizium</i> sp M1/ <i>Beauveria</i> sp P4	MMR-M1/P4
T6	<i>Metarhizium</i> sp M1/ <i>Beauveria</i> sp F5	MMR-M1/F5

T7	<i>Metarhizium</i> sp M2/ <i>Beauveria</i> sp P19	LLM-M2/P19
T8	<i>Metarhizium</i> sp M2/ <i>Beauveria</i> sp F5	LLM-M2/F5
T9	<i>Metarhizium</i> sp M4/ <i>Beauveria</i> sp P4	MHR-M4/P4
T10	<i>Metarhizium</i> sp M4/ <i>Beauveria</i> sp F5	MHR-M4/F5
T11	<i>Metarhizium</i> sp M5/ <i>Beauveria</i> sp P4	NRR-M5/P4
T12	<i>Metarhizium</i> sp M5/ <i>Beauveria</i> sp F5	NRR-M5/F5
T13	<i>Metarhizium</i> sp M16/ <i>Beauveria</i> sp P19	MMR- M16/P19
T14	<i>Metarhizium</i> sp M19/ <i>Beauveria</i> sp P19	GOR-M19/P19
T15	<i>Metarhizium</i> sp M19/ <i>Beauveria</i> sp F5	GOR-M19/F5
T16	<i>Metarhizium</i> sp M17/ <i>Beauveria</i> sp P19	TOR-M17/P19
T17	<i>Metarhizium</i> sp M20/ <i>Beauveria</i> sp F5	TOT-M20/F5

Figura 2

Croquis de distribución de los tratamientos y tres repeticiones por tratamiento.



2.4. Actividades realizadas

2.4.1. Selección de las cepas de *Beauveria* sp hongo entomopatógeno

La selección de las 4 cepas de *Beauveria* sp se obtuvo de acuerdo al porcentaje de patogenicidad evaluado en la investigación que se tomaron de la micoteca del proyecto BROCAFE, las cepas de *Beauveria* son: F5; P19; P4; F22, donde en la (Tabla 3) se describe los grados de patogenicidad con su respectivo código y distrito.

Tabla 3

Grado de patogenicidad de las cepas de Beauveria sp del proyecto de BROCAFE.

Código	Distrito	Sector	% patogenicidad
F5	Omia	La Primavera	53%
P19	Huambo	Dos Cruces	73%
P4	Omia	Líbano	97%
F22	Chirimoto	Achamal	100%

Fuente: Proyecto BROCAFE

2.4.2. Aislamiento de cepas nativas de *Metarhizium* sp. Técnica del insecto trampa “Cebo – Insecto

Para realizar la técnica del aislamiento se utilizó la metodología descrita por Zimmermann (1986), con algunas modificaciones.

Se tomó 150 g de suelo arcilloso homogenizado y fue colocados en recipientes plástico de 90mm, se colocaron 2 larvas del picudo de la caña de azúcar (*Metamasius hemipterus*) en cada recipiente para luego incubarlos a 27 °C durante 7 días. Cumplido el periodo de incubación se retiraron las larvas muertas y realizamos cámaras húmedas para favorecer el crecimiento del hongo entomopatógeno.

Se seleccionaron las larvas que presentaron crecimiento de micelio sobre la cutícula y con la ayuda de una aguja se sembró en medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA), llevando a incubar a 30°C por 7 días (Cañedo y Ames, 2004).

Tabla 4*Codificación de 15 cepas de Metarhizium sp*

N°	Código	Distrito	Caserío
1	PMR-M13	Mariscal Benavides	Pilancon
2	MMR-M1		Calzada
3	LLM-M2	Longar	Longar
4	CCR-M3	Cochamal	Cochamal
5	PHR-M14	Huambo	Puquio
6	MHR-M4		Miraflores
7	NRR-M5	Rodríguez de Mendoza	Naranjo
8	TSR-M15	Santa Rosa	Trancaguaico
9	MMR-M16	Milpuc	Milpuc
10	CMR-M8		Chontapampa
11	GOR-M19	Omia	Gebil
12	TOR-M10		Tuemal
13	TOR-M17		Gebil
14	SRR-M12		Limon
15	TOT-M20		Tocuya

2.4.3. Enfrentamiento entre *Metarhizium sp* y *Beauveria sp* para evaluar la compatibilidad

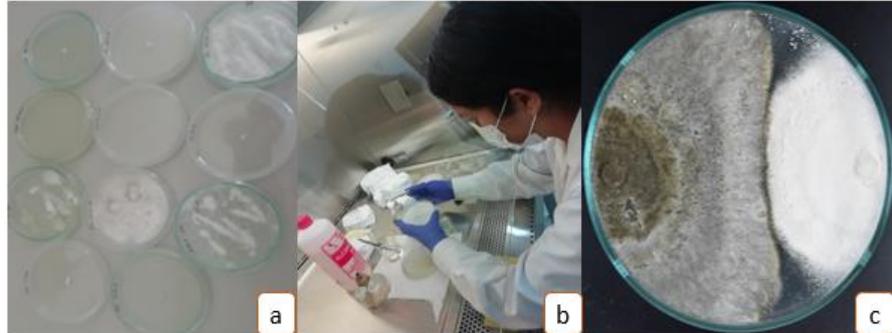
Para realizar la prueba de compatibilidad entre *Metarhizium sp* y *Beauveria sp* se utilizó la metodología descrita por Elósegui y Elizondo, (2010) con modificaciones.

Se reaislaron las cepas de los hongos en medio (PDA), por un periodo de incubación de 5 días. Luego se tomaron discos de 4 mm de diámetro de cada cepa de *Metarhizium sp* y *Beauveria sp* respectivamente. La ubicación de las cepas fueron de manera opuesta (cada una al extremo de la placa), se codifico y se sellaron las placas con parafim, todo esto se realizó en la cámara de flujo laminar.

Se realizaron 5 repeticiones por cada combinación de cepa y también se sembró las cepas por individual. Se incubaron a 26.5°C por 36 días (Cárdenas *et al.*, 2007), las medidas fueron realizadas en intervalo de dos días (Figura 3).

Figura 3

Prueba de compatibilidad; a) cepas de *Metarhizium sp* y *Beauveria sp* a los 5 días, **b)** sembrado de discos de 4 mm a los extremos de la placa Petri, **c)** compatibilidad a los 36 días.



El tipo de interacción de los microorganismos se estableció según la escala propuesta por Magan y Lacey (1984) (Tabla 5).

Tabla 5

Tipo de interacción para establecer la reacción que presentan.

Tipo de interacción	Descripción de la clasificación	Tipo de reacción
Crecimiento en común		A
Inhibición mutua	Por contacto o espacio entre márgenes de las colonias pequeño (< 2mm)	B
	A distancia (espacio entre colonias >2 mm)	C
Inhibición de un microorganismo	Por contacto, la especie inhibidora continua su crecimiento sin cambio en la tasa de crecimiento o a una tasa menor a través de la colonia inhibida	D
	A distancia, la especie inhibidora continua su crecimiento sobre el halo producido (zona clara resultante) y la colonia inhibida puede crecer a una tasa reducida	E

Fuente: Magan y Lacey (1984)

2.4.4. Evaluación del porcentaje de germinación de las cepas de los hongos compatibles.

a) Producción en arroz las cepas de *Metarhizium* sp y *Beauveria* sp.

Para la propagación de las 9 cepas de *Metarhizium* sp y 3 cepas de *Beauveria* sp se utilizó la metodología de Torres *et al.*, (2012), de la siguiente manera.

Primero se pesó 1800 g de arroz para las 12 cepas diferentes, se colocó en cada bandeja 150 g de arroz humedeciéndose por 2 horas con agua caliente. Se filtró y se distribuyó en las bolsas para ser esterilizadas a 121°C por un lapso de 15 minutos. En la cámara de flujo laminar se procedió a realizar la inoculación de ambas cepas *Metarhizium* sp y *Beauveria* sp, se tomaron discos para ser colocados en las bolsas sterilbag, luego se codificó y se llevó a incubar a 27°C por 15 días en la estufa (Figura 4).

Figura 4

Producción en arroz; a) 150 g de arroz en tapetes precocido, b) inoculación de Metarhizium sp y Beauveria sp c) bolsas de arroz esporulado a los 15 días.



b) Conteo de conidios

El procedimiento siguió la metodología descrita por Gómez *et al.*, (2013); donde se preparó la solución madre agregando 1 g de arroz con conidios de las cepas de *Metarhizium* sp y *Beauveria* sp más Twin 80 al 0.01 %, se agitó por 1 minuto la solución, luego se realizaron diluciones sucesivas hasta 10^{-3} . De las diluciones realizadas anteriormente se determinó la concentración de conidios, tomando una alícuota de 10 μ l, para realizar el conteo en la cámara de Neubauer, siendo observado al microscopio Leica® en el objetivo 40X.

La concentración de conidios se determinó mediante la fórmula propuesta por (Lipa y Slizynzki, 1973)

$$C = (Cc) (4 \times 10^6) (Fd / 80)$$

Dónde: **C** = Número de conidios ml⁻¹

Cc = Número promedio de conidios contados en la cámara de Neubauer

Fd = Factor de dilución

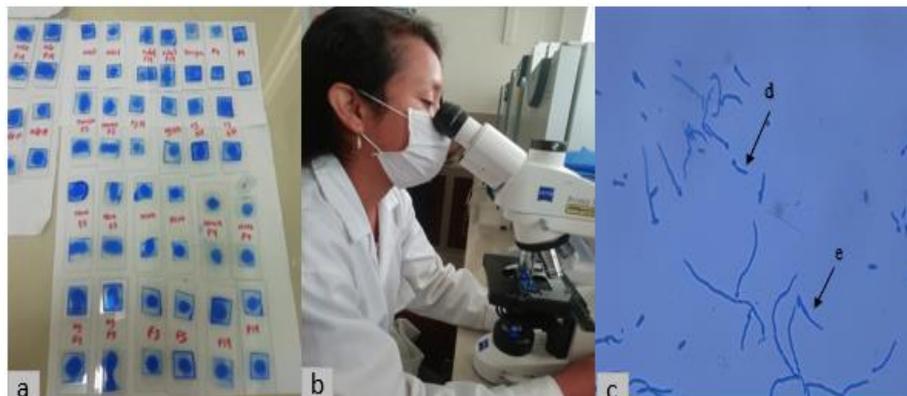
c) Porcentaje de germinación

Siguiendo la metodología de descrita por Acuña *et al.*, (2015); de acuerdo al conteo de conidios se tomó la dilución de 10⁻² conidios/ml, dentro de la cámara de flujo laminar se tomaron 4 alícuotas de 10 *ul* cada cepa y se depositaron una alícuota de cepa de *Metarhizium* sp y otra alícuota de *Beauveria* sp juntas sobre la superficie de la placa Petri con una fina capa de papa-agar-dextrosa (PDA), incubando a 27°C. Cada alícuota simbolizó una repetición para cada cepa, después de 14 horas de incubación se procedió a realizar el teñido con azul de lactofenol para detener la germinación y dar mayor contraste en la visualización de la muestra en el microscopio, se cortó con un bisturí estéril el medio (PDA) donde fue agregada la alícuota, este corte fue depositado en una lámina porta objeto y cubierto con una laminilla cubre objeto. En el microscopio se observó y se contó las esporas germinadas y no germinadas, se consideró germinada cuando el tubo germinativo supera el diámetro de la spora (Figura 5 “c”), la observación se realizó en aumento 60X. Se calculó el porcentaje de germinación mediante la fórmula:

$$\% G = (N^{\circ} \text{ de conidias germinadas} / N^{\circ} \text{ total de conidias}) \times 100$$

Figura 5

Evaluación del porcentaje de germinación; a) montaje de las cepas, b) lectura del porcentaje de germinación, c) conidios germinados d) *Beauveria* sp e) *Metarhizium* sp.



2.4.5. Determinación de la capacidad entomopatógena de *Metarhizium* sp y *Beauveria* sp.

A. Obtención de las muestras vivas de *Hypothenemus hampei* la broca del café

Para cumplir con la instalación de 18 tratamientos de la combinación entre *Metarhizium* sp y *Beauveria* sp, se estimó recolectar un promedio de 540 brocas vivas, siendo colectadas en campo.

Extracción de las brocas de los granos de café

Estas fueron obtenidas de los granos de café, con ayuda de un bisturí N° 11. Los granos fueron cortados, extrayendo los insectos vivos, siendo colectados en una placa petri.

B. Procedimiento para la instalación de la patogenicidad

a. Desinfección de las brocas vivas: Se sumergió en una placa Petri con Hipoclorito de sodio al 0.5% de concentración, por 5 minutos (SENASA, 2014).

b. Lavado con agua destilada estéril (ADE): Se realizaron tres lavados con agua destilada estéril según lo recomendado por SENASA, (2014).

c. Distribución de los insectos: Fueron colocados 10 insectos por cada placa petri, con tres repeticiones, se empleó 30 insectos por tratamiento y se inoculó la combinación de *Metarhizium* sp y *Beauveria* sp.

d. Aplicación de las cepas de los hongos entomopatógenos *Metarhizium sp* y *Beauveria sp*.

Para la prueba de patogenicidad en el laboratorio se utilizó la metodología descrita por González *et al.*, (1993); donde se usaron 17 tratamientos (combinación de *Metarhizium sp* y *Beauveria sp*) más un testigo el cual fue considerado como un tratamiento (T0), tratado solo con agua destilada estéril (ADE), una vez desinfectados se utilizaron suspensiones de 1×10^7 esporas/ml/cepa, se tomaron cantidades iguales de las mismas, se obtuvo un volumen final de 20 ml/mezcla, se utilizó el método de inmersión, que consiste en sumergir las brocas colocadas dentro de una malla durante 3 minutos en una la solución de agua con esporas de la combinación de *Metarhizium sp* y de *Beauveria sp* (Figura 6). Luego de la inoculación se prepararon nuevas placas Petri, donde se introdujo un papel filtro estéril y humedecido en la base de cada placa Petri, para luego colocar con una pinza 10 brocas inoculadas con 5 granos de café en cada placa petri para evitar canibalismo entre ellas y muerte por hambre. Cada placa petri se sellaron con parafina y fueron rotulados con códigos por tratamientos y repeticiones para los conteos posteriores. Las placas Petri fueron colocadas en la incubadora a 27°C por 1o días, todos los días se humedeció el papel filtro con agua destilada estéril sin saturarla.

Figura 6

Aplicación de las cepas; a) cosecha de conidios, b) agitando las cepas, c) sumergiendo las brocas en la solución que contiene 1×10^7 conidios/ml.



e. Evaluación de la patogenicidad de *Metarhizium* sp y *Beauveria* sp sobre *Hypothenemus hampei*.

Se realizó la evaluación hasta los 10 días después de la instalación de la investigación (Suárez, 2009), donde se pudo ver la presencia de brocas con síntomas de micosis por parte de los hongos en estudio, que fue corroborada con la ayuda de un estereoscopio, donde se observó claramente la infección de los hongos.

f. Clasificación de los insectos con micosis

Sobre la base de la información descrita por Vilchez (2019), se logró clasificar a los hongos según el grado de infección colocando intervalos o rangos como se describe a continuación (Fig.7)

- **Grado 1:** Evidencia desde la muerte a producción de micelio en el cuerpo de la broca en un porcentaje entre 1 a 25 %
- **Grado 2:** Muestra el cubrimiento micelial en el cuerpo de la broca en un porcentaje entre 25-50 %.
- **Grado 3:** Presenta conidiogénesis en el cuerpo de la broca en un porcentaje entre 50-75 %.
- **Grado 4:** Establece liberación de conidios en el cuerpo de la broca en un porcentaje entre 75-100 %.

Figura 7

*Grado de micosis de *Metarhizium* sp y *Beauveria* sp en cuerpos de *Hypothenemus hampei* según la escala convencional.*



III. RESULTADOS

3.1. Compatibilidad de hongos entomopatógenos de *Metarhizium* sp y *Beauveria* sp.

En la tabla 6 se observa las 17 combinaciones de cepas compatibles (resultado de la combinación de 15 cepas de *Metarhizium* sp y 4 cepas de *Beauveria* sp); que llegaron a tener contacto una de la otra; también se describe los días a la unión, donde las primeras cepas en unirse fueron MHR-M4/ P4, MHR-M4/ F5, MRR-M5/ F5, LLM-M2/ P19, GOR-M19/ F5 a los 24 días de instalación de la prueba y la última cepa a unirse fue TOT-M20/ F5 a los 36 días; los días de convivencias se avaluó después de haberse unido las cepas hasta que se termine la evaluación a los 36 días.

Tabla 6

Cepas compatibles de la combinación entre Metarhizium sp y Beauveria sp.

N°	Código	Días a la unión	Días de convivencia
1	PMR-M13/ P4	27	9
	PMR-M13/ P19	27	9
	PMR-M13/ F5	30	6
2	MMR-M1/ P4	33	3
	MMR-M1/ P19	27	9
	MMR-M1/ F5	27	9
3	MHR-M4/ P4	24	11
	MHR-M4/ F5	24	11
4	MRR-M5/ P4	30	6
	MRR-M5/ F5	24	11
5	LLM-M2/ P19	24	11
	LLM-M2/ F5	30	6
6	MMR-M16/ P19	33	3
7	GOR-M19/ P19	27	9
	GOR-M19/ F5	24	11
8	TOR-M17/ P19	33	3
9	TOT-M20/ F5	36	0

Fuente: Propia

3.1.1. Interacción entre los hongos entomopatógenos *Metarhizium* sp y *Beauveria* sp

En la tabla 7 se muestra el tipo de interacción entre los hongos entomopatógenos *Metarhizium* sp y *Beauveria* sp, después de los 15 días se observó una disminución del crecimiento, debido a una cercanía física de los márgenes de las colonias de ambas especies, donde la expresión a través del crecimiento de una posible interacción, se hicieron mayores.

Tabla 7

Tipo de interacción entre Metarhizium sp y Beauveria sp.

Combinaciones	Distancia (mm)	Tipo de reacción	Tipo de interacción
PMR-M13 / P4	2.6	B	
MMR-M1 / P4	2.3	B	
LLM-M2 / P4	2.2	B	
CCR-M3 / P4	2.8	B	
PHR-M14 / P4	2.6	B	
MHR-M4 / P4	2.2	B	
NRR-M5 / P4	2.6	B	
TSR-M15 / P4	2.5	B	
MMR-M16 / P4	3.1	B	
CMR-M8 / P4	2.6	B	Inhibición mutua a distancia (> 2mm)
GOR-M19 / P4	2.4	B	
TOR-M10 / P4	3.2	B	
TOR-M17 / P4	2.5	B	
SRR-M12 / P4	3.3	B	
TOT-M20 / P4	3.1	B	
PMR-M13 / P19	2.9	B	
MMR-M1 / P19	2.7	B	
LLM-M2 / P19	2.2	B	
CCR-M3 / P19	3.4	B	
PHR-M14 / P19	2.3	B	

MHR-M4 / P19	2.6	B	
NRR-M5 / P19	2.8	B	
TSR-M15 / P19	2.6	B	
MMR-M16 / P19	2.4	B	
CMR-M8 / P19	2.4	B	
GOR-M19 / P19	2	B	
TOR-M10 / P19	2.8	B	
TOR-M17 / P19	2.5	B	
SRR-M12 / P19	2.7	B	
TOT-M20 / P19	2.8	B	
PMR-M13 / F5	2.5	B	
			Inhibición mutua por
MMR-M1 / F5	1.9	A	contacto o espacio
			(< 2mm)
LLM-M2 / F5	3.1	B	
CCR-M3 / F5	3	B	
PHR-M14 / F5	2.5	B	
MHR-M4 / F5	3	B	
NRR-M5 / F5	2.9	B	Inhibición mutua por
TSR-M15 / F5	3.4	B	distancia
MMR-M16 / F5	3.7	B	(> 2mm)
CMR-M8 / F5	2.5	B	
GOR-M19 / F5	2.2	B	
TOR-M10 / F5	2.2	B	
			Inhibición mutua por
TOR-M17 / F5	1.6	A	contacto o espacio
			(< 2mm)
SRR-M12 / F5	3.8	B	
TOT-M20 / F5	3.2	B	
PMR-M13 / F22	3.3	B	Inhibición mutua por
MMR-M1 / F22	2.7	B	distancia (> 2mm)
LLM-M2 / F22	2.5	B	
CCR-M3 / F22	3.1	B	

PHR-M14 / F22	3.5	B
MHR-M4 / F22	2.1	B
NRR-M5 / F22	2.8	B
TSR-M15 / F22	3.6	B
MMR-M16 / F22	2.4	B
CMR-M8 / F22	2.8	B
GOR-M19 / F22	2.3	B
TOR-M10 / F22	2.9	B
TOR-M17 / F22	2.5	B
SRR-M12 / F22	2.7	B
TOT-M20 / F22	2.6	B

Fuente: Propia

3.2. Concentración de conidios de los hongos entomopatógenos.

En la tabla 8 se observa la diferencias entre las cepas de *Metarhizium* sp y *Beauveria* sp, formando 7 grupos estadísticos; donde la cepa LLM-M2 obtuvo la mayor concentración con el valor de 3.75×10^7 conidios/ml, formando un solo grupo homogéneo (grupo A) con la cepa P4 con valor de 3.65×10^7 conidios/ml seguidamente en escala descendentes las cepas, P19, TOR-M17, PMR-M13, MHR-M4, F5, TOT-M20, MMR-M1, MMR-M16, GOR-M19, registraron una concentración de conidios con valores de 3.65×10^7 , 3.34×10^7 , 3.04×10^7 , 2.53×10^7 , 1.75×10^7 , 1.48×10^7 , 1.35×10^7 , 1.27×10^7 , 1.16×10^7 , 1.06×10^7 conidios/ml respectivamente, así mismo la cepa NRR-M5, con el valor de 2.4×10^6 fue quien obtuvo la menor concentración de conidios.

Tabla 8

Nivel de esporulación para las cepas nativas de *Beauveria sp* y *Metarhizium sp*.

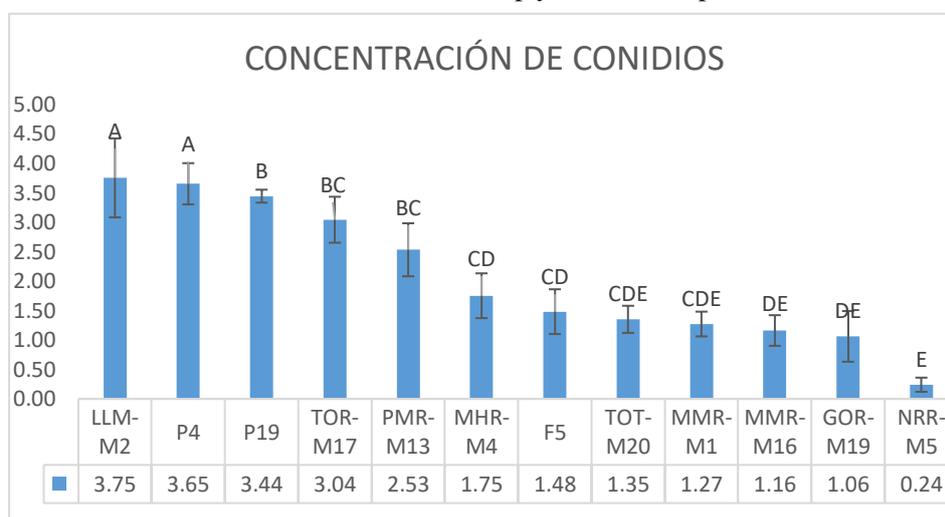
Cepas nativas de <i>Beauveria sp</i> y <i>Metarhizium sp</i>	Concentración de esporas/ml 10^7	Nivel de significancia (N.S)
LLM-M2	3.75	a
P4	3.65	a
P19	3.44	b
TOR-M17	3.04	bc
PMR-M13	2.53	bc
MHR-M4	1.75	cd
F5	1.48	cd
TOT-M20	1.35	cde
MMR-M1	1.27	cde
MMR-M16	1.16	de
GOR-M19	1.06	de
NRR-M5	0.24	e

10^7 : Concentración de esporas por mililitro en la solución.

N.S: Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey.

Figura 8

Concentración de conidios de *Metarhizium sp* y *Beauveria sp*.

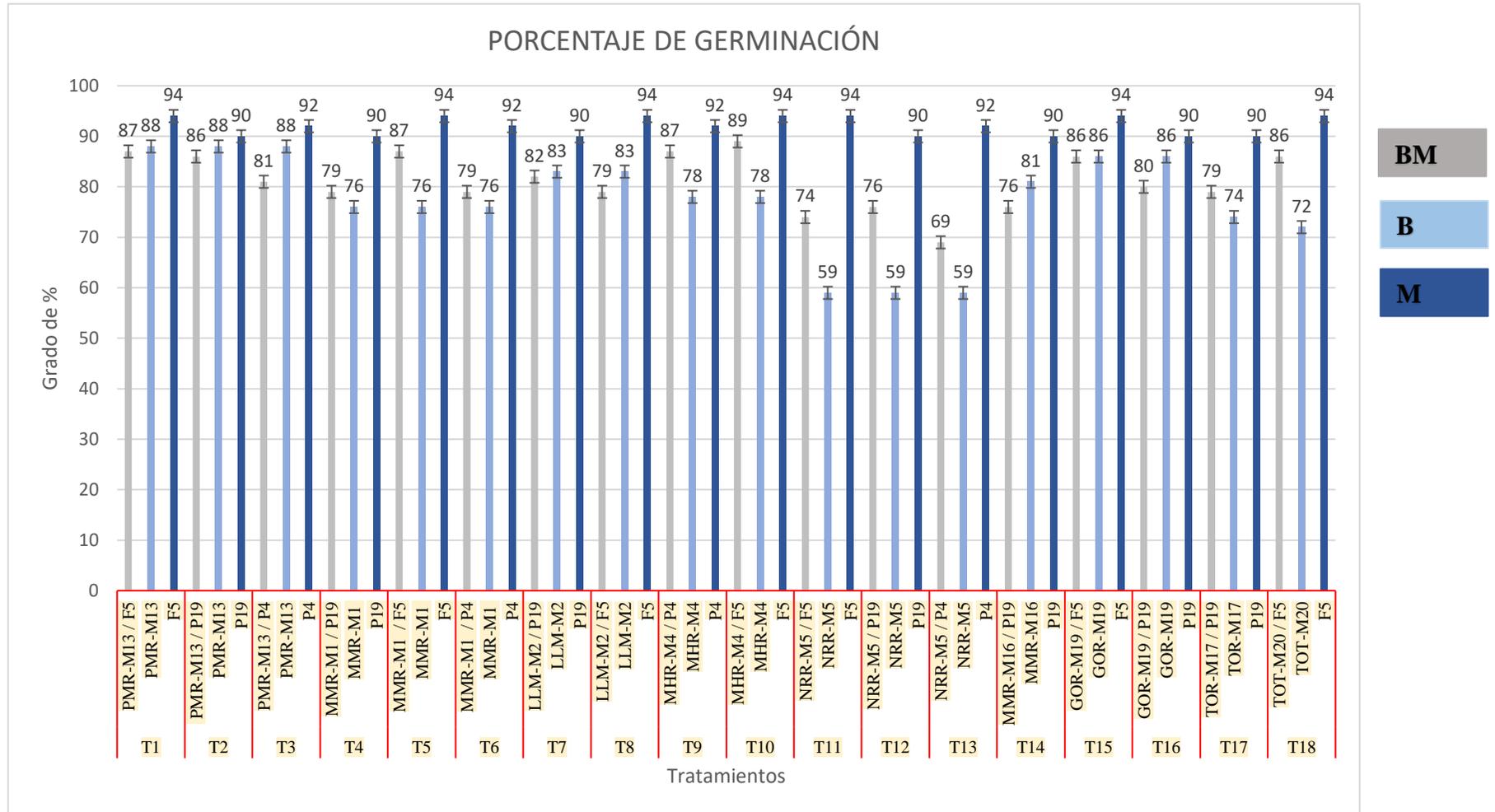


3.3. Porcentaje de germinación de los hongos entomopatógenos *Metarhizium* sp y *Beauveria* sp.

En la Figura 9 se observa la diferencia significativa entre tratamientos del porcentaje de germinación, se muestra que los tratamientos T1, T2, T3 (PMR-M13/F5, PMR-M13/P19, PMR-M13/P4) respectivamente tienen valores semejantes a PMR-M13, F5, P19 y P4; en el caso de los tratamientos T4, T5, T6 (MMR-M1/P19, MMR-M1/F5, MMR-M1/P4) son mayores respecto MMR-M1, pero menor a P19, F5, P4; los tratamientos T7 y T8 (LLM-M2/P19, LLM-M2/F5) son menores que LLM-M2, P19, F5; los tratamientos T9 y T10 (NHR-M4/P4, NHR-M4/F5) son mayores respecto a NHR-M4 pero menores a P4 y F5; los tratamientos T11 y T12 (NRR-M5/F5 y NRR-M5/P4) son mayores respecto a NRR-M5 pero menores a F5 y P4; el tratamiento T13 (MMR-M16/P19) es menor a MMR-M16 y P19; los tratamientos T14 y T15 (GOR-M19/F5, GOR-M19/P19) tienen valores semejantes a GOR-M19, F5 y P19; el tratamiento T16 (TOR-M17/P19) es mayor respecto a TOR-M17 pero menor a P19; el tratamiento T17 (TOT-M20/F5) es mayor respecto a TOT-M20 pero menor a F5.

Figura 9

Porcentaje de germinación entre *Metarhizium sp* y *Beauveria sp*.



3.4. Evaluación de la patogenicidad de la combinación de *Metarhizium* sp *Beauveria* sp.

3.4.1. Prueba de mortalidad

En la tabla 8 se muestra el análisis de varianza (ANVA) al 5% de significancia, para la variable porcentaje de mortalidad sobre la broca del café (*Hypothenemus hampei*), donde se observa diferencia significativa entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 12.39 %.

Tabla 9

Análisis de varianza (ANVA) para el porcentaje de mortalidad de la broca de café (Hypothenemus hampei).

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	459.26	2	229.63	1.89	0.1673
Tratamientos	24453.70	17	1438.45	11.81	0,0001
Error	4140.74	34	121.79		
Total	29053.70	53			

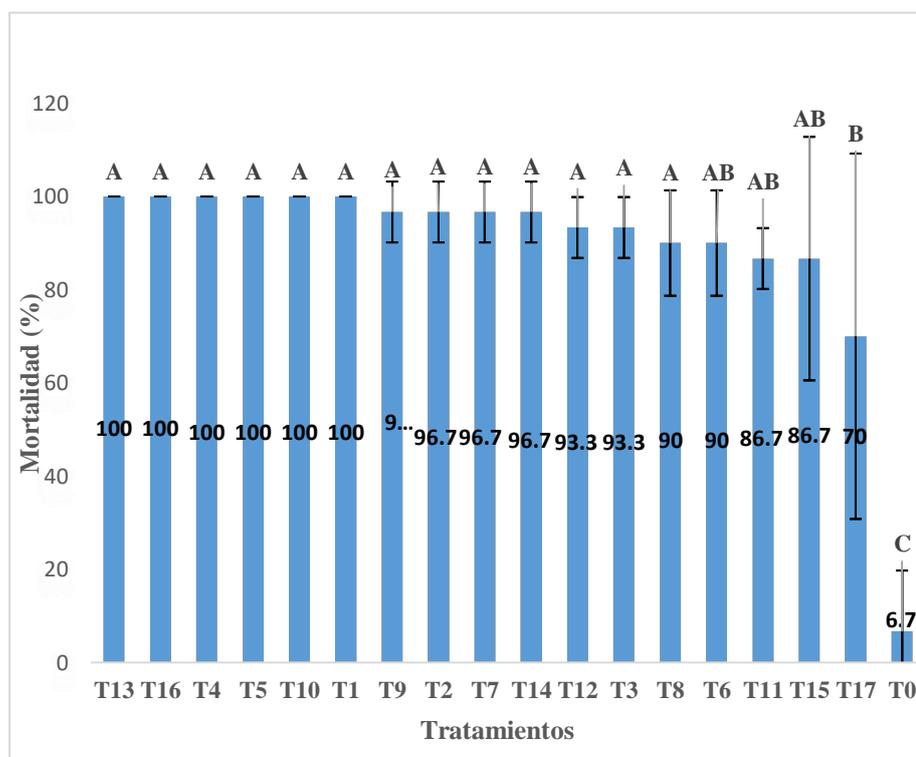
CV=12.39

En la figura 10, se observa los promedios de mortalidad de la combinación de *Metarhizium* sp y *Beauveria* sp sobre *Hypothenemus hampei*, todos los tratamientos alcanzaron valores por encima de 70% de mortalidad.

Luego de someter los resultados a la prueba estadística de Duncan, los datos muestran diferencias significativa entre los tratamientos; los tratamientos T1, T4, T5, T10, T13, T16 fueron los que alcanzaron el valor de 100% de mortalidad, seguidamente los tratamientos T2, T7, T9, T14 fueron los que alcanzaron un valor de 96,67% de mortalidad, los tratamientos T3, T12 fueron los que alcanzaron un valor de 93.33% de mortalidad, el tratamiento T8, T6 alcanzaron 90% de mortalidad, los tratamientos T11, T15 alcanzaron un valor de 86,67%, el tratamiento T17 alcanzó el valor de 70%; todos los tratamientos mencionados son superiores con respecto al testigo (T0) con un valor de 6.67%; los datos fueron estudiados a las 72 horas de la instalación.

Figura 10

Prueba de mortalidad de *Hypothenemus hampei* por inoculación de hongos entomopatógenos. Las barras con letras diferentes, difieren estadísticamente entre sí (Duncan $p < 0,05$).



3.4.2. Crecimiento micelial (micosis)

En la tabla 9 se muestra el análisis de varianza (ANVA) al 5% de significancia, para la variable grado de micosis sobre la broca del café (*Hypothenemus hampei*), donde se observa diferencia significativa entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 5.91 %.

Tabla 10

Análisis de varianza (ANVA) para el grado de micosis sobre la broca de café (*Hypothenemus hampei*).

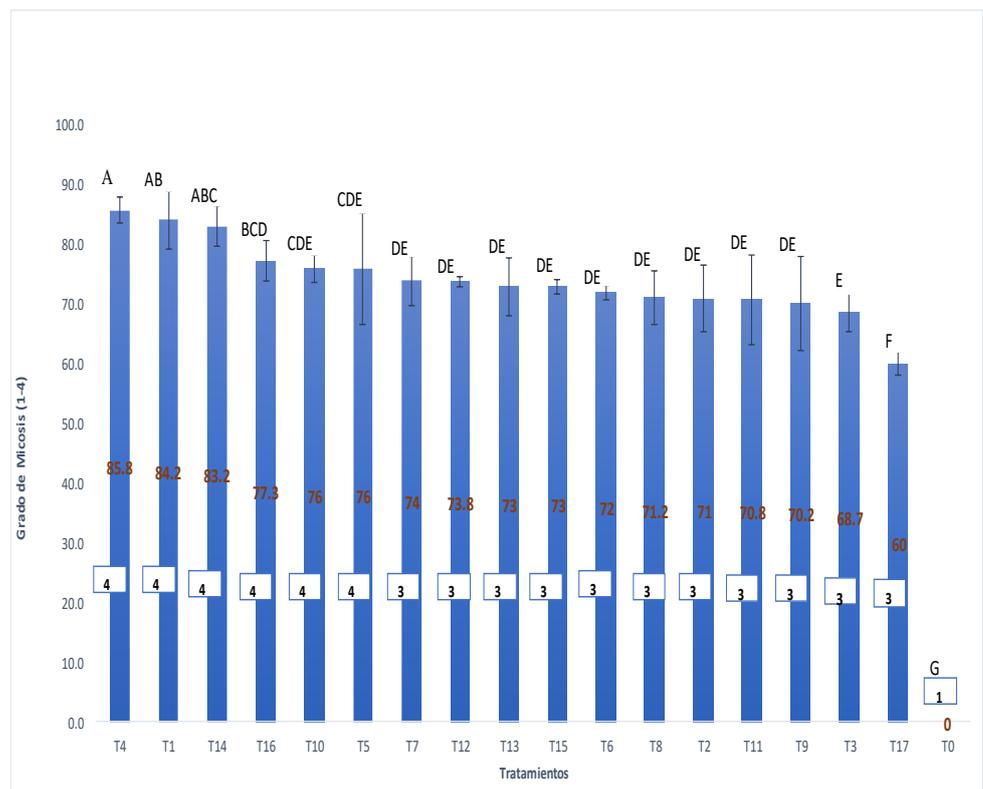
F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	4.04	2	2.02	0.12	0.8892
Tratamientos	17424.25	17	1024.96	59.83	0,0001
Error	582.46	34	17.13		
Total	18010.75	53			

CV= 5.91

La figura 11 muestra los valores del crecimiento micelial de *Metarhizium* sp y *Beauveria* sp sobre los cuerpos de la broca del café, estos valores fueron determinados según el grado de micosis (figura 12). Donde se observa que los tratamientos T1, T4, T5, T10, T14, T16 fueron quienes obtuvieron el mayor valor numérico con respecto a los demás tratamientos alcanzando grado 4, seguidamente los tratamientos T2, T3, T6, T7, T8, T9, T11, T12, T13, T15 T17 alcanzaron grado 3 (Figura 12).

Figura 11

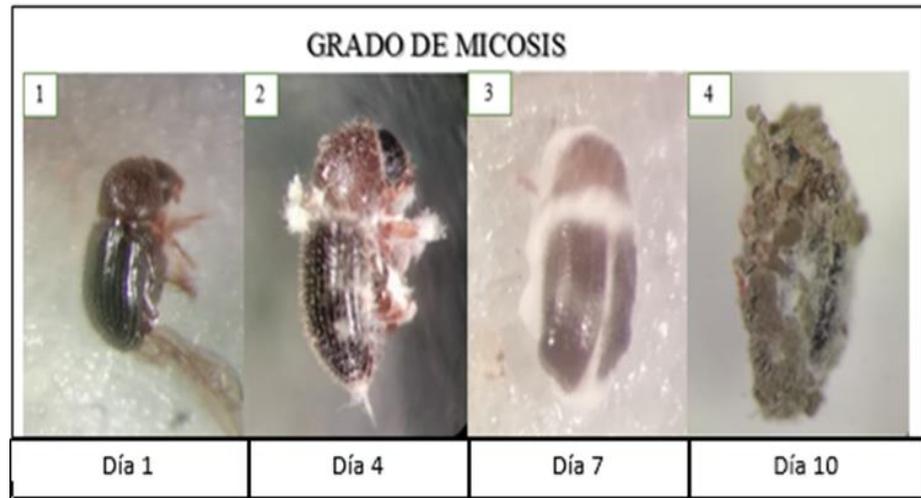
Crecimiento micelial de la combinación de *Metarhizium* sp y *Beauveria* sp sobre *Hypothenemus hampei*. Las barras con letras diferentes, difieren estadísticamente entre sí (Duncan $p < 0,05$).



En la figura 12 se puede observar la escala establecida para determinar el grado de micosis para la prueba de patogenicidad obtenido por cada tratamiento.

Figura 12

Grado de micosis de *Metarhizium* sp y *Beauveria* sp en cuerpos de *Hypothenemus hampei*.



IV. DISCUSIÓN

Los hongos entomopatógenos mostraron un crecimiento compatible muy similar hasta el día 15 con respecto a las cepas puras, a partir de ese momento se observó una tendencia a la disminución del crecimiento, desde el día 20 en adelante el crecimiento era lento y no se pudieron detectar fenómenos de invasión del espacio colonizado por las especies opuestas de las cuales las cepa MHR-M4/ P4, MHR-M4/ F5, MRR-M5/ F5, LLM-M2/ P19, GOR-M19/ F5 fueron las que se llegaron a acercarse a los 24 días; existiendo concordancia con los estudios realizados por Elósegui y Elizondo (2010), quienes evaluaron el efecto *in vitro* de cultivos duales *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Lecanicillium lecanii* sobre el crecimiento fúngico en la cual midió el crecimiento de cada hongo, hasta el día 14 mostraron resultados similares con respecto a los controles y a partir del día 17 no hubo crecimiento adicional de ninguna de las colonias de las especies en cultivo.

La interacción entre las mezclas de los hongos entomopatógenos *Beauveria* sp y *Metarhizium* sp se evaluaron según la escala propuesta por Magan y Lacey (1984), donde se obtuvo que la interacción de la mayoría de la mezcla es de tipo inhibición mutua a distancia lo cual concuerda con el estudio realizado por Elósegui y Elizondo (2010).

El conteo de conidios se desarrolló a los 15 días de incubación los hongos entomopatógenos, se midió a través de concentración de esporas/ml; la cepa LLM-M2 fue quien obtuvo la mayor concentración de conidios del hongo *Metarhizium* sp con el valor de 3.75×10^7 conidios/ml, seguidamente la cepa P4 de *Beauveria* sp registro una concentración de conidios con valor de 3.65×10^7 , conidios/ml, mientras que Padilla *et al.*, (2000) obtuvo resultados semejantes de concentración máximo de $8,6 \times 10^7$ conidios/ml, en *Metarhizium* sp bajo parámetros de evaluación similares al presente estudio. Según Vilchez (2019) obtuvo resultados de la concentración de esporas en las siete cepas nativas de *Beauveria* sp se muestran niveles de esporulación, donde la cepa ABsp.F38 obtuvo la mayor concentración de esporas con un valor de 25.45×10^9 esporas/ml y la cepa ABsp.P6 obtuvo la menor concentración de esporas con un valor de 18.65×10^9 esporas/ml.

En cuanto a los resultados obtenidos en la mezcla del porcentaje de germinación de los 17 tratamientos, se determinó el comportamiento de los conidios por individual y por mezcla, los tratamientos T1, T2, T3, T14, T15 fueron los que obtuvieron resultados semejantes juntos e individual. Al respecto Elósegui y Elizondo (2010), obtuvo resultados similares con respecto a los controles en el comportamiento de la germinación en las mezclas de conidios de los hongos entomopatógenos observando que su tubo germinativo era el típico para cada especie.

De acuerdo a la temperatura Carvallo *et al.*, (2004) menciona que *Beauveria Bassiana* y *Metarhizium anisopliae* requieren una temperatura de 20 a 25°C las que favorecieron la formación del tubo germinativo al inicio de la penetración en la cutícula del ácaro, siendo la temperatura durante la investigación de 20 a 27°C que favoreció al crecimiento del hongo.

Según Pino *et al.*, (2004) evaluó la eficacia de dos especies de hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en el control del picudo de la vid (*Naupactus xanthographus*), se observó que la mezcla de los hongos entomopatógenos logro controlar definitivamente al insecto; los resultados obtenidos nos demuestra que las mezclas de hongos entomopatógenos entre *Metarhizium* sp y *Beauveria* sp son efectiva sobre la broca del café (*Hypothenemus hampei*), los tratamientos más efectivos fueron T1 (PMR-M13/P19), T4 (MMR-M1/P19), T5 (MMR-M1/P4), T10 (MHR-M4/F5), T16 (TOR-M17/P19) con grado 4 de crecimiento micelial.

Según Jaramillo *et al.*, (2015) menciona que tomo conidios de los aislamientos Bb9001, Bb9024, Bb9119, Bb9236 y Ma9236 conservados en viales criogénicos, donde fueron sembradas en PDA y encubadas por 15 días a 25°C a base de arroz; mediante la inoculación de los hongos evaluó la virulencia de la mezcla de cepas sobre brocas (*Hypothenemus hampei*), con una concentración de 1×10^6 conidios/ml todos los tratamientos causaron mortalidad superior a 88%; mientras que en la presente investigación se trabajó con 17 tratamientos todas las cepas fueron mezcladas (*Beauveria* sp con *Metarhizium* sp), se desarrolló a base de arroz el conteo de conidios en una concentración de 1×10^7 conidios/ml, los tratamientos T1, T4, T5, T10, T13, T16 fueron los que causaron mortalidad en un 100% .

V. CONCLUSIONES

La compatibilidad de los hongos entomopatógenos *Metarhizium* sp y *Beauveria* sp según la prueba realizada en laboratorio nos muestra que la concentración de conidios individualmente obtuvieron datos variables donde la cepa LLM-M2 obteniendo la mayor concentración con el valor de 3.75×10^7 conidios/ml, mientras que la cepa NRR-M5, con el valor de 2.4×10^6 fue quien obtuvo la menor concentración de conidios, en el caso del porcentaje de germinación se obtuvieron valores diferentes en relación a las cepas individuales donde nos muestra que por cepas separadas tiene mayor porcentaje de germinación que las cepas juntas o en combinación, siendo estos resultados un preliminar para luego ser llevados a campo donde con los resultados pueden ser corroborados y recomendados a los agricultores. En cuanto a la patogenicidad de la broca del café se evidencio tener una relación directa con la mortalidad y la prueba de micosis en los tratamientos T1, T4, T5, T10, T16 con un valor de 100% de mortalidad a las 72 horas con grado 4 de micosis.

VI. RECOMENDACIONES

- De las cepas de *Beauveria* sp y *Metarhizium* sp considerar diferentes grados de porcentajes de germinación para llevar a campo y corroborar su efectividad sobre la broca de café.
- Las cepas PMR-M13/P19, MMR-M1/P19, MMR-M1/P4, MHR-M4/F5, TOR-M17/P19 demostraron en el presente trabajo ser altamente patogénicas a nivel de laboratorio, por lo que sería conveniente realizar otras aplicaciones en campo para determinar su incorporación a los programas de manejo integrado.
- Se recomienda seguir investigando las cepas más compatibles, para realizar formulas biológicas para su comercialización.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcantara , C., Efadias, B., Gallardo Camarena de Huisa, G., y Morales Galiano de Mestanza, N. (2017). Planeamiento estratégico del sector cafetalero peruano. Tesis de Maestría. Pontifica Universidad Católica del Perú. Lima (Perú).
- Acuña, M., García, C., Rosas, N., López, M., Sainz, J. (2015). Formulación de *Metarhizium anisopliae* (metschnikoff) sorokin con polímeros biodegradables y su virulencia contra *Heliothis virescens* (fabricius). Rev. Int. Contam. Ambie. México.31 (3) 219-226.
- Baker, P. (1999). La broca del café en Colombia, informe final del proyecto MIP para el café DFID-CENICAFE-CABI Bioscience (CNTR 93/1536a), Chinchiná, Colombia.
- Cañedo, V., Ames, T. (2004). Manual de laboratorio para el manejo de hongos entomopatógenos. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa (CIP).
- Carballo M, Hidalgo E, Rodríguez A. (2004). Control biológico ayer, hoy y siempre. In: Carballo M, Guharay F, eds. Control biológico de plagas agrícolas. Managua: CATIE. 1-6.
- Cárdenas, R., A, B., Villalba, G., D, A., Bustillo, P., A, E., C, E. (2007). Eficacia de mezcla de cepas del hongo *Beauveria bassiana* en el control de la broca del café. Revista Cenicafé (Colombiana) 58 (4): 293-303.
- Elósegui Claro, O., y Elizondo Silva, A. I. (2010). Evaluación Microbiológica *IN VITRO* de Mezclas de Especies de Hongos Entomopatógenos Ingredientes Activos de Bioplaguicidas Cubanos.
- Gómez, H., Soberanis, W., Tenorio, M. y Torres, E. (2013). Manual de producción y uso de hongos antagonistas. Perú: Laboratorio de antagonistas SCB - Senasa.
- González, M., Posada, F., Bustillo, A. (1993). Bioensayo para evaluar la patogenicidad de *Beauveria bassiana* (Bals.) sobre la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Revista colombiana de entomología, vol 19 (4) 123-130.

- Hajek, A. (1997). Ecology of terrestrial fungal entomopathogens. *Adv. Microb. Ecol.* 15:193-249.
- IICA/PROMECAFE. (2007). Manejo Integrado de la Broca de Café Diseñado con Tres Componentes.
- Jaramillo, J. L.; Montoya, E. C.; Benavides, P.; Góngora B., C. E. (2015). *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de broca del café en frutos del suelo. *Revista Colombiana de Entomología* 41 (1): 95-104. Enero- Junio 2015. ISSN 0120-0488.
- Lipa J, J., y Slizynski, K. (1973). Wskazówki metodyczne I terminologia dowyznaczenia snedniej dawki swiertelnej (LD 50) W Patologii Owadow i toksykologii. *Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roslin* 15 (1): 59-83.
- Magan, N., y Lacey, J. (1984). Effect of Water Activity, Temperature and Substrate on Interactions Between Field and Storage Fungi, *Trans. Br. Mycol. Soc.* 82 (1):83-93, Inglaterra.
- Martínez , M., Evangelista, V., Basurto, F., Mendoza, M., y Cruz-Rivas, A. (2007). Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla, México. *Revista mexicana de biodiversidad* 78: 1540.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). (2017). Este año superaremos los US\$ 800 millones en exportaciones de café. Lima (Perú): MINAGRI.
- Milner, R., y Lutton, G. (1976). *Metarhizium anisopliae*: survival of conidia of the soil, in *Proceedings of the 6th International Colloquium of Invertebrate Pathology* 428-429 p.
- Monzón, A. (2001). Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. *Manejo Integrado de Plagas* 63:95-103.
- Palomino, C., Loópez, C., Espejo, R., Mansilla, R., y Quispe, J. (2014). Evaluación de la diversidad genética del café (*Coffea Arabica* L.) En Villa Rica (Perú). *Ecología aplicada* 13: 129-234.
- Pino, T.C.; France, I. A.; Normabuena, A, R.; Mejías, B. P. (2004). El control biológico del Burrito de la Vid-Universidad Católica del Maule - INIA.

- Ramirez, R. J.; (2017). Potencial de biocontrol de cepas nativas de *Trichoderma* spp sobre la moniliasis (*Moniliophthora* sp) del cacao nativo fino de aroma, de la provincia de Bagua, Amazonas, Chachapoyas. 36.
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria [SENASA]. (2014). *Trichoderma harzianum Rifai* Cepa CCB-LA101. Recuperado en julio de 2019, de http://repositorio.senasa.gob.pe/bitstream/SENASA/258/1/2014_Gomez_Fic ha tecnica-10-Trichoderma-harzianum.pdf.
- Suárez-Gómez, H. (2009). Patogenicidad de *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) plaga de maíz almacenado. *Intropica*, 4(1), 47-53. Recuperado a partir de <http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/intropica/article/view/138>
- Téllez, A., Cruz, M., Mercado, Y., Asaff, A., y Arana, A. (2009). Mecanismos de acción y respuesta en la relación de hongos entomopatógenos e insectos. *Rev. Mex. Mic.* 30(1):73-80.
- Torres, A. (2012). Caracterización morfológica y molecular de *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin y *Metarhizium anisopliae* (metsch.) Sorokin de suelos cultivados y no impactados en el norte de Sinaloa. (Tesis de maestría) Instituto Politécnico Nacional, Sinaloa.
- Vilchez, G, K. (2019). Evaluación y caracterización de cepas nativas de *Beauveria* spp. Con potencial para el control de *Hypothenemus hampei*, colectadas de plantaciones comerciales de café, Chachapoyas. 34.
- Zimmerman, G. (1986). El "método de cebo *Galleria*" para la detección de hongos entomopatógenos en el suelo. *Revista de Entomología Aplicada*, 213-215.

ANEXOS

ANEXO 1. Fichas de evaluación

Tabla 11.

Ficha de evaluación de la compatibilidad de las medidas y los días de cada cepas.

Código	Repeticiones					N° de medida	Días
	1	2	3	4	5		
PMR-M13/P4			X			10°	33
PMR-M13/P4					X	8°	27
MMR-M1 /P4			X			10°	33
MHR-M4 /P4			X			10°	33
MHR-M4 /P4					X	7°	24
NRR-M5 /P4			X			10°	33
NRR-M5 /P4				X		9°	30
PMR-M13 /P19				X		8°	27
MMR-M1 /P19			X			8°	27
LLM-M2 /P19		X				7°	24
MMR-M16 /P19	X					10°	33
GOR-M19 /P19	X					10°	33
GOR-M19 /P19		X				9°	30
GOR-M19 /P19			X			8°	27
GOR-M19 /P19				X		8°	27
GOR-M19 /P19					X	9°	30
TOR-M17 /P19				X		10°	33
PMR-M13 /F5					X	11°	36
MMR-M1 /F5	X					8°	27
MMR-M1 /F5				X		9°	30
LLM-M2 /F5		X				11°	36
LLM-M2 /F5			X			9°	30
MHR-M4 /F5		X				7°	24
MHR-M4 /F5				X		9°	30
NRR-M5 /F5	X					8°	27
NRR-M5 /F5			X			10°	33
NRR-M5 /F5				X		10°	33
NRR-M5 /F5					X	7°	24
GOR-M19 /F5					X	7°	24
TOT-M20 /F5		X				11°	36

Tabla 12

Ficha de evaluación de la concentración de conidios de los hongos entomopatógenos.

NÚMERO DE CONIDIOS DE <i>Metarhizium</i> sp Y <i>Beauveria</i> sp.								
N°	Código campo	Código laboratorio	Cuadrante	Diluciones			pro medi o	(CC)*(4*1000000)(FD/80)
				10 ³	10 ²	10		
1	Ma01	PMR-M13	C1	0	4	57		25300000
			C2	1	2	61		
			C3	0	7	35		
			C4	1	2	54		
			C5	1	2	46		
			Total	3	17	253	50.6	
2	Mamich 02	MMR-M1	C1	0	1	31		12700000
			C2	1	9	19		
			C3	1	4	27		
			C4	0	3	28		
			C5	5	5	22		
			Total	7	22	127	25.4	
3	Long04	LLM-M2	C1	1	12	80		37500000
			C2	1	21	65		
			C3	2	10	96		
			C4	1	21	56		
			C5	0	34	78		
			Total	5	98	375	75	
4	Mira11	MHR-M4	C1	0	9	44		17500000
			C2	1	13	36		
			C3	1	11	21		
			C4	1	16	40		
			C5	0	21	34		
			Total	3	70	175	35	
5	Naranja 13	NRR-M5	C1	0	0	3		2400000
			C2	0	0	5		
			C3	0	0	2		
			C4	0	0	5		
			C5	0	0	9		
			Total	0	0	24	4.8	
6	Milp19	MMR-M16	C1	1	0	26		11600000
			C2	6	4	20		
			C3	1	0	17		
			C4	0	9	32		

			C5	0	16	21		
			Total	8	29	116	23.2	
7	OG23	GOR-M19	C1	1	0	14		
			C2	0	1	12		
			C3	0	2	28		
			C4	0	5	17		
			C5	1	2	35		
			Total	2	10	106	21.2	10600000
8	Gebil	TOR-M17	C1	3	8	63		
			C2	0	7	58		
			C3	1	15	69		
			C4	1	6	47		
			C5	0	9	67		
			Total	5	45	304	60.8	30400000
9	Tocuya	TOT-M20	C1	2	5	33		
			C2	0	4	21		
			C3	2	2	25		
			C4	1	4	32		
			C5	0	5	24		
			Total	5	20	135	27	13500000
10	p19	P19	C1	19	18	65		
			C2	9	19	72		
			C3	7	13	70		
			C4	13	23	68		
			C5	12	30	69		
			Total	60	103	344	68.8	34400000
11	p4	P4	C1	0	18	71		
			C2	2	18	79		
			C3	0	13	78		
			C4	1	18	60		
			C5	1	13	77		
			Total	4	80	365	73	36500000
12	f5	F5	C1	1	10	24		
			C2	0	5	36		
			C3	0	5	29		
			C4	1	7	40		
			C5	1	9	19		
			Total	3	36	148	29.6	14800000

Tabla 13*Ficha de evaluación de la mortalidad de la broca del café (Hypothenemus hampei)*

MORTALIDAD DE LA COMBINACIÓN DE CEPAS						
Tratamiento	código	Repetición	Fecha de instalación	Registro de mortalidad en días de evaluación		
				24 h	48h	72 h
T1	Ma 01/p19	I	14/07/2020	0	5	10
		II		0	7	10
		III		0	5	10
T2	Ma 01 / p4	I		1	4	10
		II		1	5	10
		III		1	3	9
T3	Ma 01/ f5	I		1	4	9
		II		1	4	10
		III		0	1	9
T4	Mamich /P19	I		0	8	10
		II		0	5	10
		III		1	8	10
T5	Mamich / P4	I		1	7	10
		II		0	2	10
		III		0	6	10
T6	Mamich / F5	I		1	3	9
		II		1	5	10
		III		2	4	8
T7	Long / p19	I		1	6	10
		II		1	3	9
		III		2	5	10
T8	Long / F5	I		0	2	10
		II		1	3	8
		III		1	2	9
T9	Mira /p4	I		1	4	10
		II		1	5	10
		III		1	3	9
T10	Mira / F5	I		0	3	10
		II		1	4	10
		III		2	2	10
T11	Naranjo / P4	I		1	3	8
		II		1	4	9
		III		1	2	9
T12	Naranjo / F5	I		1	6	10
		II		1	2	9
		III		1	5	9

T13	Milp / P19	I		1	2	10
		II		0	4	10
		III		0	5	10
T14	Og / P19	I		1	6	10
		II		0	3	9
		III		0	2	10
T15	Og / f5	I		1	2	10
		II		0	0	6
		III		1	2	10
T16	Gebil / p19	I		0	8	10
		II		0	7	10
		III		0	8	10
T17	Tocuya / F5	I		1	4	9
		II		2	2	3
		III		2	6	9
T0	T0	I		0	0	0
		II		0	0	0
		III		0	1	2

Tabla 14*Ficha de evaluación del grado de micosis de la compatibilidad sobre la broca del café.*

PATOGENICIDAD DE LA COMPATIBILIDAD SOBRE LA BROCA DEL CAFÉ											
Tratamiento	Código	Repetición	Registro de micosis en días de evaluación								Grados
			72 h	96 h	120 h	144 h	168 h	192 h	216h	240 h	
T1	Ma 01/p19	I	1	7	27.5	46.5	64.5	73.5	79	84	4
		II	0	15	45	57.5	68.5	76	83.5	88.5	
		III	0	8	38	51	60.5	68.5	74	80	
		promedio	0.33	10	36.83	51.67	64.5	72.67	78.83	84.17	
T2	Ma 01 / p4	I	1	3	18	48.5	57	66.5	71	76	3
		II	0.5	2	22	45	54	60.5	66	71	
		III	0	0.5	6.5	38	48	55	60	66	
		promedio	0.5	1.83	15.5	43.83	53	60.67	65.67	71	
T3	Ma 01/ f5	I	0	1.5	15.5	36.5	54	61	66	71	3
		II	0	2	12.5	37	52.5	59.5	64.5	69.5	
		III	0	0	9	35	49	55.5	60.5	65.5	
		promedio	0	1.167	12.33	36.17	51.83	58.67	63.67	68.7	
T4	Mamich /P19	I	0	1	25.5	45.5	60.5	67	82.5	88	4
		II	0	3	24	42.5	52.5	68.5	77.5	85	
		III	0	3.89	26	43	54	70	79	84.5	
		promedio	0	2.63	25.17	43.67	55.67	68.5	79.67	85.83	
T5	Mamich / P4	I	1.5	3	6	28.5	35	42.5	49	67	4
		II	0	0	3.5	32	49.5	69	74.5	83	
		III	0.5	1	11	43	55.5	67.5	72.5	78	
		promedio	0.67	1.33	6.83	34.5	46.67	59.67	65.33	76	
T6		I	0.5	1	7.5	37.5	56.5	68	69	71	3

	Mamich / F5	II	1.5	2.5	15.5	35.5	53.5	63.5	71	72	
		III	2	4	11.5	38.5	58.5	68.5	70	73	
		promedio	1.33	2.5	11.5	37.17	56.17	66.67	70	72	
T7	Long / p19	I	0	7	35	47	57.5	65.5	71	73	3
		II	0	1	22.5	38	53	63	69.5	71	
		III	4.5	10.5	43.5	58.5	66	72	77	78	
		promedio	1.5	6.17	33.67	47.83	58.83	66.83	72.5	74	
T8	Long / F5	I	1	2	5.5	34.5	48	58	68.5	73.5	3
		II	1	2	6.5	30.5	38	51	60.5	66.5	
		III	1	2	20	37	52	61.5	68	73.5	
		promedio	1	2	10.66 7	34	46	56.83	65.67	71.17	
T9	Mira /p4	I	0	1.5	12	37	45	51.5	57	62	3
		II	0.5	1.5	14.5	46.5	56.5	64.5	69.5	74.5	
		III	0	0	8	42.5	50.5	62.5	69.5	74	
		promedio	0.167	1	11.5	42	50.67	59.5	65.33	70.17	
T10	Mira / F5	I	0	0.5	14	34	53.5	65.5	70.5	78	4
		II	0	1.5	12.5	41	54.5	65.5	70.5	76	
		III	1.5	2.5	8	33.5	47	56	63.5	74	
		promedio	0.5	1.5	11.5	36.17	51.67	62.33	68.17	76	
T11	Naranja / P4	I	0	1.5	5	34	46	56	63	68	3
		II	0.5	2	18	35	44.5	54	61	66	
		III	0	1.5	14	38	57.5	68.5	73.5	78.5	
		promedio	0.17	1.67	12.33	35.67	49.33	59.5	65.83	70.83	
T12	Naranja / F5	I	3	5.5	17.5	43	55	64.5	69	74	3
		II	1	1.5	12.5	43	59.5	64.5	69.5	74.5	
		III	2	4	14.5	35	56	65.5	71	73	

		promedio	2	3.67	14.83	40.33	56.83	43.55	69.83	73.83	
T13	Milp / P19	I	2.5	3.5	16	40.5	55.5	63.5	68.5	71	3
		II	2.5	4	23	47.5	64.5	72.5	77.5	78	
		III	0	2	38	50.5	65	67	69	70	
		promedio	1.67	3.17	25.67	46.17	61.67	67.67	71.67	73	
T14	Og / P19	I	2.5	8.5	37	54.5	70	76	81	86	4
		II	0	2	25.5	50	60.5	67.5	74.5	80	
		III	0	4.51	24.5	49.93	65.5	72.5	78.5	83.5	
		promedio	0.83	5	29	51.49	65.33	72	78	83.17	
T15	Og / f5	I	0.5	1.5	12	45.5	58	66	73.5	74	3
		II	0	0	3	33.5	49	60.5	70	72	
		III	0	1	9	41.5	54	63	72.5	73	
		promedio	0.167	0.83	8	40.17	53.67	63.17	72	73	
T16	Gebil / p19	I	0	3	26	47.5	59.5	67.5	75	80	4
		II	0	7	33	40	51.5	58.5	64.5	78	
		III	0	3	20.5	37	51.5	62.5	68.5	74	
		promedio	0	4.33	26.5	41.5	54.17	62.83	69.33	77.33	
T17	Tocuya / F5	I	1	3	3.5	18	34	42.5	52	58	3
		II	1	2	3.5	23	35.5	45.5	55.5	61	
		III	1	3.5	6.5	24.5	39.5	40.56	56	61	
		promedio	1	2.83	4.5	21.83	36.33	42.85	54.5	60	
T0	T0	I	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		II	0	0	0	0	0	0	0	0	
		III	0	0	0	0	0	0	0	0	
		promedio	0	0	0	0	0	0	0	0	

ANEXO 2. Panel fotográfico

Figura 13

Reactivación de las cepas de Beauveria sp.



Figura 14

Reconocimiento de las 15 cepas de Metarhizium sp.



Figura 15

*Compatibilidad de cepas entomopatógena *Metarhizium sp* y *Beauveria sp*.*

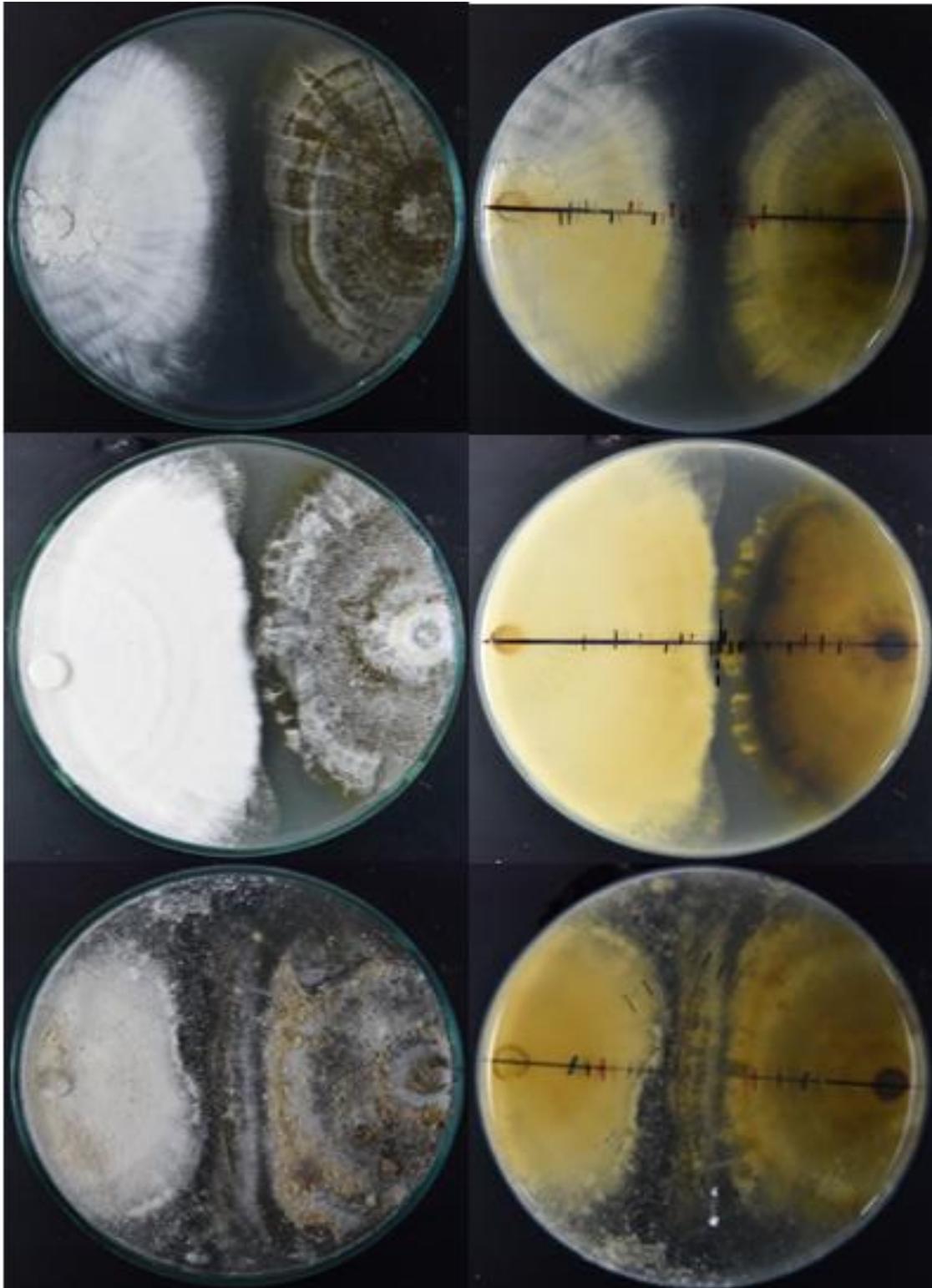


Figura 16

Porcentaje de germinación de conidios de la compatibilidad.

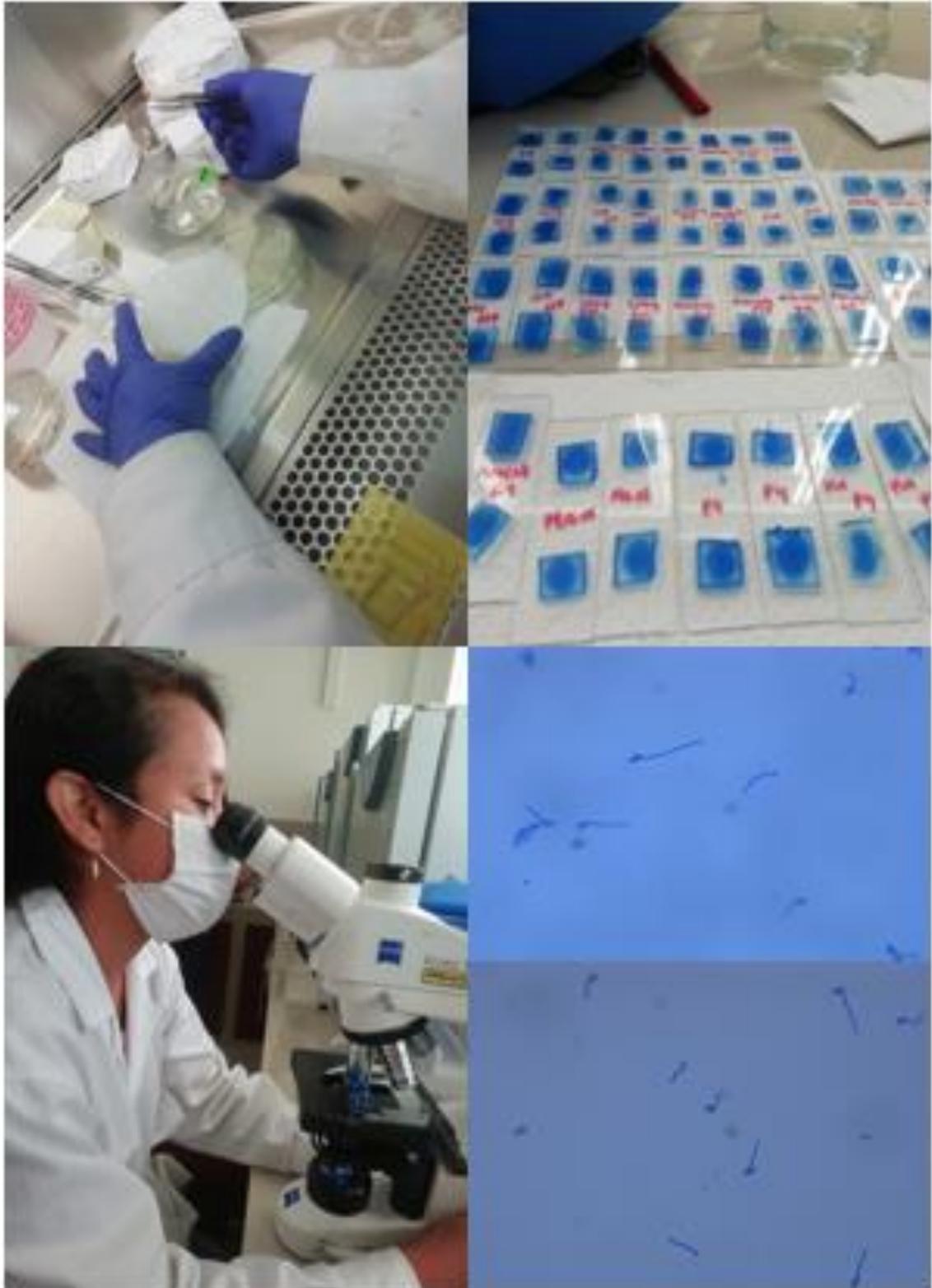


Figura 17

Prueba de patogenicidad con cosecha de arroz de las cepas de hongos.



Figura 18

Distribución de tratamiento de la patogenicidad.

