

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE EXTRACTOS CRUDOS DE HOJA Y CORTEZA
DE *Inga edulis* Mart SOBRE FUNGI DE LA PUDRICIÓN BLANCA**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

NORDITH PANDURO SOTO

Tingo María – Perú

2026



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María- Perú
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°052-2026-FRNR-UNAS

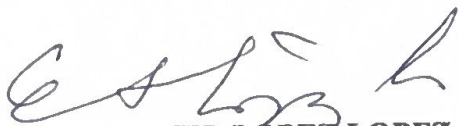
Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 28 de abril de 2026, a horas 10:00 a.m. en la Escuela Profesional de Ingeniería en Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

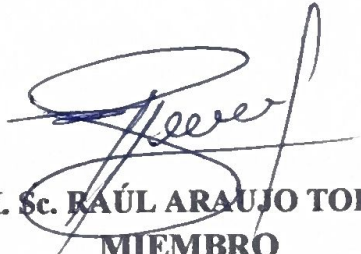
**“ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE EXTRACTOS CRUDOS DE HOJA Y CORTEZA DE
Inga edulis Mart SOBRE FUNGI DE LA PUDRICIÓN BLANCA”**

Presentado por la Bachiller: **PANDURO SOTO, NORDITH** después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“EXCELENTE”**.

En consecuencia, la sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

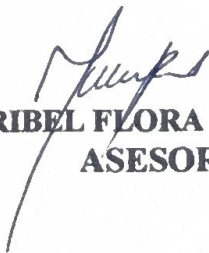
Tingo María, 15 de mayo de 2026


Dr. CESAR SAMUEL LOPEZ LOPEZ
PRESIDENTE


Ing. M. Sc. RAÚL ARAUJO TORRES
MIEMBRO


Dr. DAVID PRUDENCIO QUISPE JANAMPA
MIEMBRO




Ing. M. Sc. MARIBEL FLORA ROCA CAPCHA
ASESOR


Ing. MSc. JHONY FLORES MENDOZA
ASESOR



UNAS

VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN

INSTITUTO DE
INVESTIGACIÓN

UNIDAD DE SOPORTE
CIENTÍFICO
REPOSITORIO INSTITUCIONAL

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N 181 - 2026 - CS-RIDUNAS

El Jefe de la Unidad de Soporte Científico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% y contenido generado por Inteligencia Artificial menor o igual al 20%. Según establece el Art. 29° y 30° del Acuerdo Nro.017-2025-CIUNAS-VRI-UNAS.

Programa de Estudio:

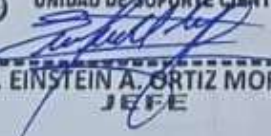
Ingeniería Forestal

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE	
		SIMILITUD	CONTENIDO GENERADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL
ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE EXTRACTOS CRUDOS DE HOJA Y CORTEZA DE <i>Inga edulis</i> Mart SOBRE FUNGI DE LA PUDRICIÓN BLANCA	NORDITH PANDURO SOTO	03 % Tres	Menor a 20 %

Tingo María, 11 de junio de 2026.


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE SOPORTE CIENTÍFICO

ING. EINSTEIN A. ORTIZ MORALES
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



PROYECTO DE TESIS

Título del proyecto de tesis	: ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE EXTRACTOS CRUDOS DE HOJA Y CORTEZA DE <i>Inga edulis</i> Mart SOBRE FUNGI DE PUDRICIÓN BLANDA
Área de investigación	: Química, física y anatomía forestal
Grupo de investigación	: Química, física y anatomía forestal
Línea de investigación	: Química y biotecnología forestal
Autor	: Nordith Panduro Soto
Asesores de tesis	: Ing. Maribel Flora Roca Capcha, Mg. Sc. Ing. Jhony Flores Mendoza, Mg. Sc.
Lugar de ejecución	: Laboratorio de Microbiología General
Duración del trabajo	: 8 meses
Financiamiento	: S/ 5 401
FIF	: No
Propio	: Sí
Otros	: No

Tingo María – Perú; abril, 2026

DEDICATORIA

A Dios, todopoderoso por permitirme seguir a
delante con mucha perseverancia, salud y
guiarme en todo momento.

A mis queridos padres, por darme la dicha de
cumplir mis objetivos y brindarme fortaleza día
a día para seguir hacia delante. Dany mi querida
madre por su inalcanzable apoyo incondicional
por sobre todas las cosas, dedicado con mucho
amor.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la vida y salud de seguir arduamente y cumplir mis objetivos.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, y docentes por el aporte académico brindado, parte de ello me llevo las mejores experiencias adquiridas que contribuyen en mi formación personal para toda la vida.

A mis asesores, por su apoyo durante el desarrollo de la presente investigación, sin duda algún inalcanzable agradecimiento. Ing. Maribel Flora Roca Capcha muchas gracias por su valioso apoyo y aporte.

A dos grandes amigos indudablemente que pude conocer durante la etapa de investigación, por su apoyo incondicional brindándome sugerencia y enseñanzas inalcanzable durante todo el proceso mi agradecimiento y respeto.

Al equipo de trabajo y jefe del Laboratorio de Microbiología Ambiental – Sección de Biotecnología General, Dr. Cesar Samuel López López por las sugerencias y enseñanzas durante la investigación en el laboratorio.

A mis compañeros de la Universidad que compartimos vivencias dentro y fuera de las aulas.

A mis padres los umbrales fundamentales que la vida me pudo dar.

ÍNDICE

Página

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.	Marco teórico.....	3
2.1.1.	<i>Inga edulis</i> Mart.....	3
2.1.2.	Clasificación general de la división fungi.....	5
2.1.3.	Tipos de fungi deteriorantes de madera.....	6
2.1.4.	Antioxidantes	6
2.1.5.	Principales compuestos en las plantas	7
2.1.6.	Extractos vegetales	8
2.1.7.	Métodos de extracción	8
2.2.	Estado del arte.....	10
2.2.1.	A nivel internacional.....	10
2.2.2.	A nivel Nacional	11
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1.	Lugar de ejecución.....	14
3.1.1.	Ecología y clima	14
3.2.	Materiales y equipos de laboratorio.....	14
3.2.1.	Material vegetativo	14
3.2.2.	Solventes orgánicos y antifúngicos.....	14
3.2.3.	Cepas indicadoras de Fungi	14
3.2.4.	Materiales para aislamiento y cultivo de fungi.....	15
3.2.5.	Medios de cultivo y reactivos	15
3.2.6.	Equipos	15
3.3.	Criterios de estudio	15
3.3.1.	Nivel de investigación	15
3.3.2.	Diseño experimental	16
3.3.3.	Variables e indicadores.....	16
3.3.4.	Análisis estadístico	16
3.4.	Metodología.....	17
3.4.1.	Aislamiento de fungi que producen pudrición blanca	17
3.4.2.	Preparación de extractos vegetales crudos metanólico, etanólico, acuoso de hojas y corteza de <i>Inga edulis</i>	18
3.4.3.	Determinación de la Concentración Inhibitoria Mínima (CIM) de la actividad antifúngica de los extractos crudos de <i>Inga edulis</i>	20

3.4.4. Controles.....	21
3.4.5. Establecimiento del patrón de concentración inhibidora mínima (CIM) de los extractos crudos de <i>Inga edulis</i> Marth sobre cepas de fungi de la pudrición blanca.....	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4.1. Aislamiento de fungi que produce pudrición blanca desarrollados sobre madera en almacenamiento.	23
4.2. Extractos vegetales crudos metanólico, etanólico, acuoso de hojas y corteza de <i>Inga edulis</i>	25
4.3. Determinación de la actividad antifúngica de cuatro concentraciones de los extractos crudos de <i>Inga edulis</i>	27
4.3.1. Extractos crudos de hoja de <i>Inga edulis</i>	27
4.3.2. Extractos crudos de corteza de <i>Inga edulis</i>	46
4.4. Establecimiento de patrón de concentración inhibidora mínima de los extractos crudos de <i>Inga edulis</i> sobre cepas indicadores de fungi de la pudrición blanca ...	62
V. CONCLUSIONES	65
VI. PROPUESTAS A FUTURO	66
VII. REFERENCIAS.....	67
ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Concentraciones y dosis utilizadas con los extractos crudos vegetales.....	16
2. Cepas de fungi de la pudrición blanca consideradas como indicadoras de susceptibilidad o resistencia frente a extractos crudos de hoja y corteza de <i>Inga edulis</i>	23
3. Valores promedios del halo de inhibición (mm) - extracto metanólico (hoja).....	31
4. ANOVA factorial (Cepa × Concentración × Dosis) – extracto metanólico (hoja).	31
5. Resumen de comparaciones significativas (Tukey) – extracto metanólico (hoja).	33
6. Valores promedios del halo de inhibición (mm) - extracto etanólico (hoja).....	38
7. ANOVA factorial (Cepa × Concentración × Dosis) – extracto etanólico (hoja).	39
8. Resumen de comparaciones significativas (Tukey) – extracto etanólico (hoja).	40
9. Valores promedios del halo de inhibición (mm) - extracto acuoso (hojas).....	45
10. ANOVA factorial (Cepa × Concentración × Dosis) – extracto acuoso (hoja).	45
11. Resumen de comparaciones significativas (Tukey) – extracto acuoso (hoja).....	46
12. Valores promedios del halo de inhibición (mm) – extracto metanólico (corteza).	50
13. ANOVA factorial (Cepa × Concentración × Dosis) – extracto metanolico (corteza).....	50
14. Resumen de comparaciones (Tukey) – extracto metanólico (corteza).....	51
15. Valores promedios del halo de inhibición (mm) – extracto etanólico (corteza).	55
16. Resumen ANOVA factorial (Cepa × Concentración × Dosis) – extracto etanólico (corteza).....	55
17. Resumen de comparaciones significativas (Tukey) – extracto etanólico (corteza).....	56
18. Valores promedios del halo de inhibición (mm) – extracto acuoso (corteza).	60
19. Resumen ANOVA factorial (Cepa × Concentración× Dosis) – extracto acuoso (corteza).....	60
20. Resumen de comparaciones significativas (Tukey) – extracto acuoso (corteza).	61
21. Valores promedios de la sensibilidad (halo de inhibición ≥ 20 mm) de cepas indicadoras frente a extractos crudos de hojas y corteza a dosis de 20 μ L.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Plantilla para la evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos crudos vegetales de <i>Inga edulis</i>	21
2. Extractos crudos metanólicos de <i>Inga edulis</i>	26
3. Extractos crudos etanólicos y acuosos de <i>Inga edulis</i>	26
4. Actividad antifúngica de extracto metanólico de hojas de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Hexagona sp.</i>	27
5. Actividad antifúngica de extracto metanólico de hojas de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Ganoderma applanatum</i>	28
6. Actividad antifúngica de extracto metanólico de hojas de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Trametes sp.</i>	28
7. Actividad antifúngica de extracto metanólico de hojas de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Rigidosporus lineatus</i>	29
8. Actividad antifúngica de extracto metanólico de hojas de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Cookeina tricholoma</i>	29
9. Actividad antifúngica de extracto metanólico de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Trametes elegans</i>	30
10. Actividad antifúngica de extracto metanólico de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Oudemansiella canarii</i>	30
11. Relación dosis-respuesta del extracto etanólico de hojas frente a <i>Hexagona sp.</i>	34
12. Relación dosis-respuesta del extracto etanólico (hoja) frente a <i>Ganoderma applanatum</i>	35
13. Relación dosis-respuesta del extracto etanólico (hoja) frente a <i>Trametes elegans</i>	35
14. Relación dosis-respuesta del extracto etanólico (hoja) frente a <i>Rigidoporus lineatus</i>	36
15. Relación dosis-respuesta del extracto etanólico (hoja) frente a <i>Cookeina tricoloma</i>	36
16. Relación dosis-respuesta del extracto etanólico (hoja) frente a <i>Trametes elegans</i>	37
17. Relación dosis-respuesta del extracto etanólico (hoja) frente a <i>Oudemansiella canarii</i>	37
18. Actividad antifúngica de extractos acuosos de hoja de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Hexagona sp.</i>	41
19. Actividad antifúngica de extractos acuosos de hoja de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Ganoderma applanatum</i>	42

20. Actividad antifúngica de extracto acuoso de hojas de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Trametes sp.</i>	42
21. Actividad antifúngica de extractos acuosos de hoja de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Rigidoporus lineatus</i>	43
22. Actividad antifúngica de extractos acuosos de hoja de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Cookeina tricoloma</i>	43
23. Actividad antifúngica de extracto acuoso de hoja frente a <i>Trametes elegans</i>	44
24. Actividad antifúngica de extractos acuosos de hoja de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Oudemansiella canarii</i>	44
25. Actividad antifúngica de extractos metanólicos de corteza de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Hexagona sp.</i>	46
26. Actividad antifúngica de extractos metanólicos de corteza de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Ganoderma applanatum</i>	47
27. Actividad antifúngica de extractos metanólicos de corteza de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Trametes sp.</i>	47
28. Actividad antifúngica de extractos metanólicos de corteza de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Rigidoporus lineatus</i>	48
29. Actividad antifúngica de extractos metanólicos de corteza de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Cookeina tricoloma</i>	48
30. Actividad antifúngica de extracto metanólico de corteza de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Trametes elegans</i>	49
31. Actividad antifúngica de extracto metanólico de corteza de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Oudemansiella canarii</i>	49
32. Actividad antifúngica de extractos etanólicos de corteza de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Hexagona sp.</i>	51
33. Actividad antifúngica de extractos etanólicos de corteza de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Ganoderma applanatum</i>	52
34. Actividad antifúngica de extractos etanólicos de corteza de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Trametes sp.</i>	52
35. Actividad antifúngica de extractos etanólicos de corteza de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Rigidoporus lineatus</i>	53
36. Actividad antifúngica de extractos etanólicos de corteza de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Cookeina tricoloma</i>	53
37. Actividad antifúngica de extractos etanólicos de corteza de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Trametes elegans</i>	54

38. Actividad antifúngica de extractos etanólicos de corteza de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Oudemansiella canarii</i>	54
39. Actividad antifúngica de extractos acuosos de corteza de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Hexagona sp.</i>	56
40. Actividad antifúngica de extractos acuosos de corteza de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Ganoderma applanatum.</i>	57
41. Actividad antifúngica de extractos acuosos de corteza de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Trametes sp.</i>	57
42. Actividad antifúngica de extractos acuosos de corteza de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Rigidoporus lineatus.</i>	58
43. Actividad antifúngica de extractos acuosos de corteza de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Cookeina tricoloma.</i>	58
44. Actividad antifúngica de extractos acuosos de corteza de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Trametes elegans.</i>	59
45. Actividad antifúngica de extractos acuosos de corteza de <i>Inga edulis</i> frente a <i>Oudemansiella canarii</i>	59

RESUMEN

La investigación se realizó con el fin de determinar la actividad antifúngica de extractos crudos metanólicos, etanólicos y acuoso adquiridos a partir de hoja y corteza de *Inga edulis* frente a fungi causantes de la pudrición blanca aislándose siete cepas de Basidiomicetos utilizadas como cepas indicadoras. Se obtuvo la biomasa de *Inga edulis* mediante deshidratación y molienda para la preparación de los extractos vegetales crudos de hoja y corteza mediante maceración con metanol al 99%, etanol al 70% y decocción en agua destilada. Se trabajaron con cuatro concentraciones diferenciadas por tipo de extracto probando dos dosis (10 y 20 µL). Se determinó la actividad antifúngica por medio de la técnica de difusión en placa, cuantificando el diámetro del halo de inhibición y estableciendo el patrón de CIM. Los resultados indican que la actividad antifúngica fue dependiente del tipo de solvente, órgano vegetal (droga), concentración y dosis. Los extractos metanólico, etanólicos y acuoso presentaron significancia con diámetros de inhibición hasta 30,7 mm en concentraciones mayormente altas y dosis de 20 µL. Las cepas de *Trametes elegans*, *Cookeina tricholoma* y *Rigidoporus lineatus* presentaron sensibilidad frente a los extractos probados. El análisis de varianza factorial, mostró efectos altamente significativos de los factores cepa, concentración y dosis ($p > 0,001$), así como las interacciones entre los factores.

Palabras clave: Fabaceae, dosis, Concentración Inhibitoria Mínima.

ANTIFUNGAL ACTIVITY OF CRUDE LEAF AND BARK EXTRACTS OF *Inga edulis* Mart ON WHITE ROT FUNGI

ABSTRACT

This research was conducted to determine the antifungal activity of crude methanolic, ethanolic, and aqueous extracts obtained from the leaves and bark of *Inga edulis* against fungi that cause white rot. Seven Basidiomycete strains were isolated and used as indicator strains. *Inga edulis* biomass was obtained through dehydration and milling to prepare the crude plant extracts of leaves and bark. These extracts were obtained by maceration with 99% methanol, 70% ethanol, and decoction in distilled water. Four different concentrations were used for each extract type, testing two doses (10 and 20 μ L). Antifungal activity was determined using the plate diffusion technique, quantifying the diameter of the inhibition zone and establishing the MIC pattern. The results indicate that antifungal activity was dependent on the type of solvent, plant part (drug), concentration, and dose. The methanolic, ethanolic, and aqueous extracts showed significant inhibition diameters up to 30.7 mm at mostly high concentrations and doses of 20 μ L. The *Trametes elegans*, *Cookeina tricholoma*, and *Rigidoporus lineatus* strains showed sensitivity to the tested extracts. The factorial analysis of variance showed highly significant effects of the strain, concentration, and dose factors ($p > 0.001$), as well as the interactions between the factors.

Keywords: Fabaceae, dose, Minimum Inhibitory Concentration.

I. INTRODUCCIÓN

En los ecosistemas boscosos, los fungi *Ascomycota* y *Basidiomycota* cumplen funciones de vital importancia puesto que son considerados agentes descomponedores de materia orgánica del suelo, contribuyendo significativamente a la dinámica de los bosques (Chaparro y Rosas, 2006). No obstante, algunos de estos organismos también participan en procesos de biodeterioro de la madera, afectando especies forestales de valor comercial.

La Amazonía peruana caracterizada por su amplia diversidad ecosistémica, alberga numerosas especies vegetales con capacidad de sintetizar y acumular metabolitos secundarios derivados de actividades biológicas. Estos compuestos, al ser extraídos del material vegetativo, podrían presentar actividad antagonista microbiana y específicamente antifúngica, lo que permitiría evaluar su potencial como alternativa sustentable para la preservación de la madera (Stevenson *et al.*, 2017).

Entre las especies vegetales representativas de esta región, *Inga edulis* Mart. destaca por poseer propiedades con múltiples beneficios, obtenidos a partir del conocimiento tradicional transmitido a lo largo del tiempo, lo cual motiva a profundizar en el estudio de sus principios activos mediante investigaciones de carácter biotecnológico (Imán, 2023). Algunos metabolitos de *Inga edulis* han sido empleados empíricamente en el tratamiento de la diabetes debido a su posible acción inhibitoria de la enzima beta glucosidasa. En este contexto, es plausible considerar que esta especie también podría expresar compuestos capaces de interferir en el desarrollo de hongos lignocelulolíticos responsables de la pudrición blanca en maderas de valor comercial.

Los géneros de fungi causante del deterioro de la madera son numerosos y variados, especialmente aquellos asociados a la degradación de lignina y celulosa. En respuesta a esta problemática, diversos estudios han evaluado compuestos antioxidantes y metabolitos secundarios por especies vegetales, entre ella *Inga edulis*, los cuales podrían comportarse como agentes antimicrobianos y particularmente antifúngico. En ese sentido, surge el interés por determinar si los extractos crudos de hoja y corteza de la especie en mención presentan actividad inhibitoria del crecimiento de hongos asociados a la pudrición blanca.

Por lo tanto, se formuló la siguiente interrogante: ¿Presentaran actividad antifúngica los extractos crudos de hoja y corteza de *Inga edulis* frente a los hongos de la pudrición blanca?

Asimismo, la presente investigación tiene como propósito caracterizar la actividad antifúngica de los extractos crudos metanólicos, etanólicos y acuosos obtenidos de hojas y corteza de *Inga edulis* frente a hongos de la pudrición blanca; en ese sentido, se plantea la siguiente hipótesis: Los extractos crudos metanólicos, etanólicos y acuosos obtenidos de hoja y corteza de *Inga edulis* presentan actividad antifúngica.

1.1. Objetivo general

- Determinar la actividad antifúngica de los extractos crudos metanólicos, etanólicos, acuoso de hoja y corteza de *Inga edulis* sobre los fungi de la pudrición blanca.

1.2. Objetivos específicos

- Aislar fungi que producen pudrición blanca desarrollados sobre troncos de árboles del BRUNAS y Jardín Botánico.
- Preparar extractos vegetales crudos metanólico, etanólico y acuoso de hoja y corteza de *Inga edulis*.
- Determinar la actividad antifúngica de cuatro concentraciones de los extractos crudos de *Inga edulis*.
- Establecer el patrón de Concentración Inhibitoria Mínima (CIM) de los extractos crudos de *Inga edulis* sobre cepas indicadores de fungi de la pudrición blanca.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. *Inga edulis* Mart.

Según el sistema de clasificación del Grupo de Filogenia de las Angiospermas ([APG IV], 2016), se clasifica de la manera siguiente:

Dominio	: Eukarya
Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Fabales
Familia	: Fabaceae
Género	: Inga
Especie	: <i>Inga edulis</i> Mart.
Nombre común	: Guaba, pacaé sogá

2.1.1.1. Descripción botánica

Es considerado como árbol con follaje denso y simpodial y se caracteriza por tener un fuste tubular y recto, corteza de color pardo claro con protuberancias pequeñas de 2 a 3 mm de largo distribuidas en filas. Las hojas tienen una peculiaridad compuesta paripinnadas desde 15 hasta 25 cm, cuya terminación es de un par de foliolos, raquis alado; presenta foliolos adversos de 4 a 6 pares, oblongas, ápice con tendencia aguda, base circular, dorso de color verde a comparación del envés color amarilloso; inflorescencia con distribución en forma de racimo con dimensión de largo de 7 a 12 cm comúnmente presentan flores blancas bisexuales con dimensión de largo de 3,5 a 4 cm, cáliz y corola cilíndrica con lóbulos de 4 y 5 sus estambres rígidos de largo desde 3 a 4 cm así mismo presenta ovario supero (Rodríguez, 2011).

Asimismo, los frutos pertenecen a las legumbres longitud desde 40 a 90 cm de color verde con tendencia a color café, acanalado en la parte interna abarca semillas de color negro envueltas por una capa carnosa y blanquecina. Siendo su etapa de fructificación febrero y diciembre en el Perú y Colombia, así mismo junio hasta setiembre en Brasil, además, las hojas y semillas son utilizadas como astringente para tratamientos intestinales, antiinflamatorios así mismo presenta propiedades curativas la corteza como infusión favoreciendo labores de parto, además es usado para curar el estreñimiento la pulpa ligera y frutos tiernos para la diabetes (Rodríguez, 2011).

2.1.1.2. Distribución

La *I. edulis* Mart. procedente de la Amazonia peruana se distribuye en Brasil, Ecuador y Honduras, la guaba es empleado en industrias madereras como también alimenticia, se localizan a 33 especies del género *Inga* beneficiados para cultivos perennes que en su totalidad brindan sombra, a nivel de genero se distinguen aproximadamente 300 especies de diversidad tropical y subtropical muchos de ellos aprovechados en la agricultura (Silva *et al.*, 2013).

Su altitud oscila hasta los 1 800 m.s.n.m., precipitaciones a partir de 800 hasta 1 200 mm/año, se localiza en temporadas cuatrimestrales variación de temperaturas entre los 20° a 26° por otra parte, la especie vegetativa es frecuente ubicarlo en el margen de los senderos y afluentes constituidos por bosques secundarios también abarca tipos de suelo de característica parcialmente permeable y alta influencia de aluminio.

Además, es adaptable a los tipos de suelos de la amazonia, como: suelos ácidos, fructíferos, infructíferos como también superficies no inundables inclinando su crecimiento bajo condiciones de humedad y temporadas de aridez; así mismo es una especie forestal de gran interés con múltiples beneficios, regula la radiación y temperatura al mismo tiempo custodia al suelo por sujeción de humedad que otorga sombra, de tal forma contrasta el deterioro del suelo la cual implica ventaja al asociar con cultivos de cacao y café (Dueñas, 2015).

2.1.1.3. Generalidades

Las especies forestales se encuentran sujetas a sufrir cierto tipo de ataque por la presencia de diversos causantes, la cual se distinguen dos tipos de agentes biodegradados, relacionados directamente a los factores bióticos y abióticos (Blanchette *et al.*, 2005). Anteriormente se asumía que la pudrición inducía la aparición de hongos, pero hoy en día estudios manifiestan que toda pudrición de la madera genera efecto producido por hongos. La humedad es un factor principal para la evolución de microorganismos, ya que la madera esta susceptible a sufrir las consecuencias siempre y cuando la relación inmediata es evidenciar entre el agua y suelo.

Los hongos son individuos pluricelulares, su nutrición es por medio de absorción, no sintetizan sus alimentos por lo que no está constituido por tejidos, pero están compuestos a base de cuerpos filamentosos comúnmente conocido como hifa perteneciendo específicamente a un hongo esto a su vez se denomina micelio; asimismo, su alimentación depende de la materia orgánica extraído del material leñoso constituido por sus tres componentes principales. Con respecto al tipo de alimentación de los hongos disponen de tres sistemas de sobrevivencia. Primero, hongos saprobios capaces de desintegrar desechos biológicos para nutrirse. Segundo,

hongos parásitos capaces de absorber compuestos orgánicos de un huésped, que logran consumir y destruir. Tercero, hongos simbióticos capaces de absorber compuestos orgánicos de un huésped así mismo de forma contraria otorguen beneficios; por otra parte, se encarga de unir las raíces de los árboles vasculares (Fogel,1997).

2.1.2. Clasificación general de la división fungi

Fogel (1997) refiere que de acuerdo con la jerarquía de la división (exreino), se fraccionan en cinco clases dentro del dominio Eukarya y estas son:

2.1.2.1. Ascomycota

Los hongos se evidencian de diferentes formas como: disco, botón, etc., esta clase se integra por la presencia de esporas ya que brotan a partir de estructuras de medianos sacos denominados ascos. Los ascomicetos primigenios incluyen las levaduras para la preparación de bebidas alcohólicas así mismo las trufas y criadillas sobrevivientes en la parte interna de la tierra, presentan cualquier tipo de nutrición puede ser a través de parásitos, saprobios o simbioses.

2.1.2.2. Basidiomycota

Reconocidas por presentar una célula fructífera en su ciclo de vida, denominado basidio, con respecto a su forma abarca setas, fungis con sombrero y hongo polvoriento, sobreviven en ambientes variados, y presentan comportamientos saprofitos, simbioses y parásitos.

2.1.2.3. Deuteromycota

Son considerados hongos imperfectos ya que se desconoce la etapa de proliferación, con respecto a su forma son idénticas a los conidiales, en su gran mayoría pertenecientes al grupo de los Ascomycota y Basidiomycota por presentar deficiencias de reproducción se localizan sobre madera que se encuentran cercanas al suelo o enterradas.

2.1.2.4. Chytridiomycota

Pertenecientes al grupo de los quitridios siendo considerado prístinos del reino fungi, forman parte de los saprofitos, en su gran mayoría los quitridios sobreviven en lugares acuosos o alrededor de materia orgánica en degradación; sus esporas son denominados zoosporas, constituidos por flagelos característica que les permite desplazarse en medios acuosos.

2.1.2.5. Zygomycota

Pertenecen al orden de los Mucorales (Mucor o Rhizopus), se identifican de forma sexual por constituir zigosporas y esporangiosporas por ser asexuales; su evolución puede ser sobre materia orgánica en podredumbre o se ubican en el sistema digestivo de muchos insectos.

2.1.3. Tipos de fungi deteriorantes de madera

2.1.3.1. Fungi tipo moho (Ascomycota y Deuteromycota)

Son reconocidos por localizarse en la humedad, se evidencia por el color vistoso y polvoriento, superficialmente no destruyen la celulosa ni lignina a raíz de ello no repercute en cuanto a las propiedades mecánicas de la madera (Ortiz, 2014).

2.1.3.2. Fungi cromógenos (Ascomycota y Deuteromycota)

Se distinguen dado a que se nutren del material celular de partículas orgánicas de la madera sin afectar ninguna característica de la madera, de tal manera la única consecuencia es el cambio de coloración a causa de las hifas (Ortiz, 2014).

2.1.3.3. Fungi de pudrición

Destruyen de forma completa la madera ya que se alimentan de la pared celular, el micelio producto de las hifas se impregnan principalmente en la hemicelulosa, luego pasa a la celulosa y finalmente a la lignina, dependiendo al nivel de las fases ya que desde un principio en comparación al final es algunos casos difícil reconocer internamente, resultando como consecuencia daño a resistencia y densidad juntamente afectando la coloración así mismo se evidencia el incremento del contenido de humedad (Ortiz, 2014).

2.1.3.4. Pudrición café (Basidiomycota)

Generalmente se evidencia cuando el hongo devora la celulosa e hidratos de carbono y excluye la lignina, el impacto genera la reducción del volumen y aparición de grietas en dirección a las fibras y anillos de crecimiento (Ortiz, 2014).

2.1.3.5. Pudrición blanca (Basidiomycota)

Principalmente desintegra la lignina de la pared celular despojando la celulosa, esto a su vez aminora la rigidez a la comprensión. Por defecto la madera se evidencia de color blanquecino producto de la celulosa, apariencia fibrosa y deficiencia en cuanto a la densidad.

Los hongos ocasionan pérdidas asequibles a nivel global, de tal manera la principal alternativa como medida de protección es recurrir a un tipo de tratamiento (Ortiz, 2014).

2.1.4. Antioxidantes

Los antioxidantes hacen referencia a una molécula apto de retardar el proceso de oxidación de otra molécula los denominados radicales libres, al ser moléculas oxidadas son los principales agentes de muchas afecciones, solo previniendo las reacciones en cadena se pueden eliminar las enfermedades, la actividad de otras moléculas pueden desencadenar los sistemas

antioxidantes defensivos. Dicho sistema se forma por compuestos enzimáticos como: Catalasa, superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa, pero a su vez se forman por compuestos no enzimáticos dentro de ello vitamina E, glutatión reducido, metales de transición, albumina y flavonoides (Ramos *et al.*, 2008).

Los antioxidantes al impactar con el radical libre transfiere un elemento, oxidándose y convirtiéndose en radical independiente inocuo, asimismo, los antioxidantes naturales son factibles de extraer de los tejidos vegetativos/animales, generalmente se localizan en plantas, hongos, microorganismos, muchos de ellos son tocoferoles, flavonoides, ácidos y compuestos fenólicos. El valor de los antioxidantes es de vital importancia para la salud por la efectividad de contrarrestar radicales libres del mismo modo la efectividad de suprimir y atrapar los electrófilos perjudicados del ADN e inclusive la inhibición de enzimas activadoras desde pre - carcinógenos a carcinógenos (Villanueva *et al.*, 2010).

2.1.5. Principales compuestos en las plantas

2.1.5.1. Metabolitos primarios

Se encarga del proceso metabólico que cada componente biológico desarrolla su ciclo de vida para sobrevivir como son el ciclo de Krebs, fotosíntesis, cadena respiratoria, entre otros, así mismo se localizan los metabolitos primarios: lípidos, carbohidratos, proteínas y ácidos nucleicos caracterizados por su función metabólica de forma directa considerándose compuestos primordiales en las vías anabólicas y catabólicas (Cuadros, 2010).

2.1.5.2. Metabolitos secundarios

Presentan estructuras relativamente complejas de limitada distribución, interacción entre organismo y el ambiente, en su gran mayoría actúan en defensa contra su predador o para atraer a los polinizadores, en su gran mayoría los metabolitos secundarios actúan como agentes antimicrobianos, aislante fúngico a partir de extractos vegetales (Cobian, 2007).

2.1.5.3. Compuestos fenólicos

Tanto durante como después del proceso, las plantas crean metabolitos secundarios que se denominan compuestos fenólicos como resultado de su desarrollo normal y condiciones de estrés como lesiones e infecciones, el uso de radiación UV, junto con otros factores. Estos compuestos comprenden una amplia gama de sustancias a través de la vía de shikimato, fenilalanina y también tirosinato convertidos en fitoquímicos derivados (Muñoz *et al.*, 2007).

Tanto los fenoles simples como los ácidos fenólicos pueden crecer en las plantas, así mismo las cumarinas, flavonoides, compuestos de estilbenos, taninos, taninos hidrolizables y

condensados, ligninas y lignanos. Las plantas pueden producir fitoalexinas, y antioxidantes protectores contra la radiación ultravioleta, así como otras sustancias. Los compuestos fenólicos en plantas, que van desde su distribución en el tejido celular hasta sus niveles, el subcelular no es uniforme. Los compuestos fenólicos son insolubles dentro de las paredes celulares, las células solubles se pueden encontrar en las vacuolas de las células vegetales, las concentraciones más altas de los compuestos se encuentran en las capas externas de las plantas, los compuestos fenólicos superan a los que se encuentran dentro (Naczk y Shahidi, 2006).

2.1.6. Extractos vegetales

Se denomina extracto vegetal a aquel aglutinado, concentrado de material vegetal con solventes como: metanol, etanol, agua o éter, solubles, dichos compuestos originados por la unión de principios eficientes y sustancias útiles del material vegetativo seco de hojas, corteza, flores, entre otros (Ocares, 2006). Al adherir el material vegetal seco con el solvente, se activa el estado original de la célula, se da inicio al proceso extractivo evidenciando el contenido sobre flotante de citoplasma ya que el solvente se impregna en la célula, así mismo para separar los metabolitos secundarios se emplean a base de combinaciones de solventes (Sulca, 2010). De tal manera los extractos vegetales pueden ser acuoso, semidensos, pulverizados producto de procesos biológicos, fisicoquímicos obteniendo como pilar fundamental una planta aplicada ampliamente en la rama de la biotecnología (Lizcano y Vergara, 2008).

2.1.7. Métodos de extracción

Sulca (2010) menciona que el método de extracción básicamente depende del tipo de entrada a aislar en consecuencia se determina el método, considerando que las soluciones son la combinación de un solvente y estructura biológica vegetal, lo sobrante insoluble se considera como residuo, y entre los principales métodos se encuentran:

2.1.7.1. Destilación

Procesos termoestables, realizado por arrastre por vapor.

2.1.7.2. Extracción mecánica

Se logra aplicar este método de extracción por calor o incisiones.

2.1.7.3. Método de difusión

Utilizado con la finalidad de determinar la susceptibilidad de bacterias antifúngicas por lo que no se fundamentan en los mismos principios, si no en el método seleccionado, microorganismos y solubilidad.

a) Método de difusión en agar con disco (Kirby Bauer): aplicado para demostrar la sensibilidad in vitro en oposición a bacterias, antifúngicos, comúnmente denominado como justificación de sensibilidad antifúngica. Mencionado método teniendo en consideración, profundidad de 4 mm, pH 7,2 y 7,4. Se basa en inocular sobre una placa de Mueller Hinton allí mismo se coloca discos de papel impregnados con anti bactericidas, concluye la incubación, consiste en la evaluación del crecimiento sobre el disco así mismo se mide el tamaño del halo correspondiente.

2.1.7.4. Extracción con disolventes

Es el más usual, consiste en la concentración del material vegetal con el disolvente producto de ello resulta un extracto líquido, en contrapartida se contemplan parámetros como la desecación, alteración con el disolvente, la degradación producto del incremento de la solubilidad a raíz de la ventaja de la temperatura, de tal manera estos pueden ser por:

a) Maceración simultánea: se realiza la combinación del material vegetal con los disolventes con el objetivo de excluir lo soluble de lo insoluble, es decir el material vegetal seco triturado con la cantidad de solvente cerrarlo herméticamente en un recipiente estéril y a temperatura (15 °C -20°C) por un lapso como mínimo 2 y máximo 14 días, se separa lo insoluble y se filtra , en su gran mayoría se utilizan agua o alcoholes con la finalidad de extraer la molécula de interés e incluir a un espacio intermolecular (Dobislaw, 2004).

b) Infusión simultánea: el material vegetal se humecta a temperatura ambiente, luego a temperatura aproximadamente a ebullición, se coloca el material vegetal a cantidades distribuidas seca, humedecida y se deja reposar por el lapso de 30 minutos (Dobislaw, 2004).

c) Digestión simultaneo: se desarrolla el proceso a 40 y 60 °C, el material vegetal se pone en unión con el solvente, cuya temperatura del solvente será menor a la ebullición del solvente, en lapso de 15 a 30 minutos (Dobislaw, 2004).

d) Decocción simultanea: consiste cocerse el material vegetal con el disolvente acuoso, a un tiempo de cocción de 15 a 20 minutos, para corteza y semillas el tiempo se incrementa, teniendo en cuenta las particularidades de material vegetal resistente a altas temperaturas y no hidrolizables (Dobislaw, 2004).

e) Lixiviación o percolación continua: el material vegetal está en unión con el solvente en mayor cantidad 40:100 en comparación del material vegetal a temperatura ambiente a través de un percolador se excluye la droga, tomando en consideración, humedecido el material vegetal pulverizado de 15 minutos (Dobislaw, 2004).

2.1.7.5. Microorganismos indicadores

Los microorganismos indicadores generalmente ligado a la presencia de patógenos; se encarga de evaluar la capacidad inhibidora antimicrobiana. Las Gram + (bacterias positivas) en su gran mayoría se evidencian polisacáridos ácidos enlazados a la pared celular conocido como ácidos teicoicos, abarcando la membrana, pared celular que contienen glicerofosfato. Gram⁻ (gram negativos), abarcan el 10% de peptidoglicano en la pared celular, adicionalmente está constituido lipopolisacáridos compuestos por bicapa lipídica que abarca las proteínas y polisacáridos. La carga negativa neta correspondiente a la superficie celular logrando beneficios para el trasiego de iones por medio de la pared celular, peptidoglucano correspondiendo al 90% considerándose capaz de la rigidez (Mandigan, 2011).

2.2. Estado del arte

2.2.1. A nivel internacional

Huanquis y León (2015) evaluaron la actividad antimicrobiana de extractos metanólicos de hojas y flores de *Tropaeolum majus* frente a *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Los extractos se obtuvieron por maceración durante 24 horas y posterior concentración en rotaevaporador a 40 °C, a tres concentraciones (10 %, 30 % y 60 %). El contenido de fenoles totales se determinó mediante el método de Folin-Ciocalteu, registrándose mayores valores en la concentración de 60 % (150,751 mg/mL en flores y 114,464 mg/mL en hojas). La actividad antimicrobiana se evaluó mediante el método de difusión en agar, evidenciándose una actividad antibacteriana limitada frente a *Staphylococcus aureus*, mientras que frente a *Escherichia coli* se observaron mayores halos de inhibición en las tres concentraciones, especialmente en los extractos de flores.

Ocares (2012) en un estudio realizado en Chile, evaluó la actividad antagonista de extractos crudos obtenidos de 13 especies vegetales nativas frente a cepas de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. Los extractos fueron preparados a partir de material vegetal seco y pulverizado, utilizando solventes de distinta polaridad (agua, metanol y cloroformo), y posteriormente analizados mediante técnicas de difusión en agar e inhibición en caldo. Los resultados mostraron que los extractos metanólicos de especies como *Persea lingue*, *Nothofagus antarctica* y *Myrceugenia planipes* presentaron mayor actividad antimicrobiana, evidenciando diferencias significativas respecto a otras especies. Además, en ensayos en caldo, estos extractos demostraron efecto bactericida sobre todas las cepas evaluadas, destacando el extracto de *Myrceugenia planipes* por su acción más rápida y efectiva. En conjunto, el estudio

resalta la importancia de los extractos metanólicos como fuente de compuestos con actividad antimicrobiana.

Silva *et al.* (2012) en un estudio sobre *Inga edulis*, evaluaron la recuperación de flavonoides mediante un sistema de adsorción en columna con resina Amberlite XAD-7, utilizando mezclas etanol-agua como solvente de desorción. La cuantificación de flavonoides se realizó mediante espectrofotometría y fue validada por cromatografía, evidenciando un ajuste adecuado a un modelo sigmoide de tres parámetros ($R^2 > 0,99$). Los resultados indicaron que la proporción de etanol influye directamente en la velocidad de desorción, mientras que la recuperación máxima presentó un comportamiento no lineal. Bajo condiciones óptimas (80 % de etanol), se logró recuperar casi el 100 % de los flavonoides. Además, las fracciones obtenidas mostraron alta capacidad antioxidante, lo que resalta el potencial de esta especie como fuente de compuestos bioactivos y la eficiencia del método para su concentración.

Venturoso *et al.* (2011) en un estudio orientado al uso de alternativas naturales para el control de fitopatógenos, se evaluó la actividad antifúngica *in vitro* de diez extractos acuosos de origen vegetal frente a diversos hongos. El experimento se desarrolló bajo un diseño completamente al azar, considerando múltiples repeticiones y comparando los tratamientos con un control. Los extractos, obtenidos de especies como ajo, canela, clavo de olor y eucalipto, fueron incorporados en medio de cultivo y evaluados mediante el crecimiento micelial, porcentaje de inhibición y tasa de desarrollo fúngico. Los resultados evidenciaron que los extractos de clavo de olor, ajo y canela presentaron mayor eficacia antifúngica, destacando el clavo de olor por inhibir completamente el crecimiento de todos los hongos evaluados. Estos hallazgos resaltan el potencial de los extractos vegetales como alternativa sostenible para el control de hongos fitopatógenos.

2.2.2. A nivel nacional

Cáceres Iparraguirre *et al.* (2025) en un estudio evaluaron la actividad antifúngica de 57 extractos vegetales sobre hongos fitopatógenos como *Botrytis cinerea*, *Lasioidiplodia theobromae* y *Fusarium* sp., así como su eficacia en el control de *Erysiphe necator* en condiciones de campo. Los resultados evidenciaron que extractos de especies como *Pimpinella anisum*, *Conyza sumatrensis* y *Syzygium aromaticum* presentaron alta capacidad inhibitoria del crecimiento micelial y efectividad en el control de enfermedades. Asimismo, se identificaron metabolitos secundarios como flavonoides, taninos, alcaloides y saponinas, asociados a la actividad antifúngica. Sin embargo, algunos extractos mostraron efectos fitotóxicos, lo que resalta la importancia de evaluar su aplicación. En conjunto, el estudio demuestra el potencial

de los extractos vegetales como alternativa viable para el manejo sostenible de hongos fitopatógenos.

Scott Almonacid (2025) evaluó la actividad antifúngica *in vitro* de extractos etanólicos de corteza de *Virola calophylla*, *Vismia amazonica* e *Iryanthera juruensis* frente a *Malassezia furfur*, agente causal de la pitiriasis versicolor. Los ensayos de sensibilidad antifúngica, mediante difusión en agar y microdilución, evidenciaron que los extractos de *Virola calophylla* y *Vismia amazonica* presentaron actividad inhibitoria, mientras que *Iryanthera juruensis* no mostró efecto. El extracto de *Virola calophylla* destacó por generar mayores halos de inhibición en un rango amplio de concentraciones, mientras que *Vismia amazonica* mostró actividad solo a concentraciones más altas. La concentración mínima inhibitoria fue de 62,5 mg/mL para ambas especies activas. Estos resultados evidencian el potencial antifúngico de especies amazónicas como fuente de compuestos bioactivos frente a hongos de importancia médica.

Mendoza *et al.* (2022) evaluaron la actividad antifúngica *in vitro* del extracto etanólico de hojas de *Solanum hispidum*, empleando métodos de difusión en agar y determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI). El análisis fitoquímico cualitativo evidenció la presencia de metabolitos secundarios como compuestos fenólicos, flavonoides, taninos, alcaloides, esteroides y saponinas, los cuales están asociados a actividad biológica. El extracto mostró efecto antifúngico frente a *Candida albicans*, *Aspergillus brasiliensis* y *Trichophyton mentagrophytes*, registrando halos de inhibición entre 23 y 26 mm y valores de CMI entre 125 y 250 µg/mL, lo que indica una respuesta inhibitoria consistente. Estos resultados evidencian que los metabolitos presentes en el extracto etanólico contribuyen a la inhibición del crecimiento fúngico, destacando su potencial como fuente de compuestos antifúngicos naturales.

Paquirachin y Paco (2022) investigaron la actividad antifúngica *in vitro* del extracto hidroalcohólico obtenido de la corteza de *Calycophyllum spruceanum* frente a *Candida albicans* ATCC 10231, bajo un enfoque experimental. El extracto fue preparado mediante maceración y evaluado en concentraciones de 50 %, 75 % y 100 %, utilizando el método de difusión en agar. Los resultados evidenciaron halos de inhibición de 9,11 mm, 11,05 mm y 16,47 mm, respectivamente, mostrando un incremento progresivo de la actividad antifúngica con el aumento de la concentración. Además, el control positivo presentó mayor efecto inhibitorio, mientras que el control negativo registró valores reducidos. En consecuencia, se concluye que el extracto hidroalcohólico de la corteza de capirona presenta actividad

antifúngica frente a *Candida albicans*, lo que resalta su potencial como fuente de compuestos bioactivos de origen vegetal.

Huamani y Ruiz (2022) evaluaron la actividad antifúngica in vitro de doce extractos etanólicos de plantas medicinales recolectadas en Amazonas, Apurímac y Lima, mediante métodos de difusión y dilución en agar. Utilizaron como microorganismos indicadores *Candida albicans* (cepa clínica y ATCC 10231) y *Aspergillus niger* (ATCC 16404). Los resultados mostraron que seis extractos presentaron actividad antifúngica frente a *Candida albicans* ATCC 10231, con halos de inhibición de hasta 18 mm; sin embargo, no se evidenció efecto consistente frente a *Aspergillus niger*. La concentración mínima inhibitoria (CIM) fue de 250 µg/mL para extractos de *Schinus molle*, *Psidium guajava*, *Juglans neotropica* e *Hypericum laricifolium*, y de 500 µg/mL para *Piper* spp. Se emplearon nistatina y fluconazol como controles positivos.

Roca (2019) evaluó la actividad antimicrobiana de extractos crudos de hojas y corteza de *Calycophyllum spruceanum* obtenidos con solventes etanólico, metanólico y acuoso. El material vegetal fue secado, pulverizado y sometido a maceración, y la actividad se determinó mediante la técnica de difusión en placa, empleando seis concentraciones (10, 25, 50, 100, 200 y 250 mg/mL). Se utilizaron como microorganismos indicadores *Sporothrix schenckii*, *Candida albicans*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*. Los resultados evidenciaron mayor efecto en los extractos de hojas; sin embargo, los extractos metanólicos de hojas y corteza mostraron limitada actividad antifúngica. En contraste, los extractos de corteza presentaron actividad antibacteriana a concentraciones de 50 y 100 mg/mL, mientras que los extractos metanólicos a 250 mg/mL lograron inhibir el crecimiento de los hongos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La presente investigación se ejecutó en la Sección de Biotecnología Ambiental del Laboratorio de Microbiología General, de la Facultad de Recursos Naturales Renovables perteneciente a la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en el distrito Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco con coordenadas UTM: 390533 Este, 8970291 Norte, zona 18S, altitud de 668 m.s.n.m.

3.1.1. Ecología y clima

Holdridge (1982) menciona que el lugar de estudio pertenece a bosques muy húmedos Premontano Sub Tropical (bmh-PST), conforme a la constitución vegetal de las zonas naturales del Perú. La precipitación anual promedio es de aproximadamente 3 400 mm, se caracteriza por presentar precipitaciones en los meses de setiembre a abril, durante el periodo enero - noviembre de 2024, se registraron temperaturas medias entre 24 y 27 °C, precipitaciones mensuales entre 200 y 400 mm y humedades relativas superiores al 85 % , los datos son referencias aproximados (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología [SENAMHI], 2025).

3.2. Materiales y equipos de laboratorio

3.2.1. Material vegetativo

El material vegetal estuvo constituido por hoja y corteza de *Inga edulis*, recolectadas en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS) cuyas características fueron: árbol maduro (DAP 42 cm), altura 6 m, densidad baja (0,42 g/cm³), fuste tubular, corteza de color pardo claro, follaje denso, hojas compuestas, ápice agudo.

3.2.2. Solventes orgánicos y antifúngicos

- Etanol al 70%, Metanol al 99% y agua bidestilada como solventes de extracción.
- Fluconazol 150 mg, antifúngico del grupo de los triazoles.

3.2.3. Cepas indicadoras de fungi

Los extractos crudos de hoja y corteza, obtenidos con tres tipos de solventes, fueron utilizados para la determinación de su actividad antifúngica. Las cepas de hongos de la división Basidiomycota, empleadas como indicadores, fueron recolectadas del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS) y del Jardín Botánico de la UNAS. Estas cepas están asociadas con la producción de la pudrición blanca.

3.2.4. Materiales para aislamiento y cultivo de fungi

Placas Petri 100 x 20 mm; tubos de ensayo PIREX 13 x 100 mm; tubos de ensayo PIREX con tapa rosca 20 x 150 mm; tubos de centrifuga cónicos de PVC de 50 mL con tapa rosca; matraces erlermeyer BOECO de 500 mL, 250 mL y 100 mL; vasos de precipitación PIREX de 600 mL, 250 mL y 100 mL; recipientes de cultivo MAGENTA de 250 mL; frascos de vidrio de 900 mL; frascos de reactivos color ambar de 200 mL y 150 mL; gradillas porta tubos; pipetas automáticas de pistón LASANY de 10 µL, 100 µL, 500 µL, 1000 µL y 5000 µL; puntas para pipetas automáticas BRAND de 10 µL a 5000 µL; bandejas metálicas aporcelanadas EISCO de transporte de 15 x 9 pulgadas, anzas micológicas; viales de vidrio de 50 mL; papel filtro WHATMAN N°1; tamiz malla GILSON N° 40 - 425µM ASTM de 8"; navaja cortadora hoja mediana, guantes de vinilo descartables; mascarillas NK95; gorro protector.

3.2.5. Medios de cultivo y reactivos

- Agar Sabouraud Glucosado (AS), Caldo Sabouraud Glucosado (CS).
- Dimetilsulfóxido (DMSO) para reconstituir los extractos crudos.
- Hipoclorito de sodio.

3.2.6. Equipos

Cámara de flujo laminar de aire particulado (HEPA) JAMPAR; GPS GARMIN 64S; molino de cuchillas THOMAS WILEY 4 con tamiz 40/60 (Meh N°8); balanza analítica 4 dígitos OHAUS; rotavapor BUCHI R200 de presión reducida a 45 °C; horno universal THERMO SCIENTIFIC de 50 a 250 °C; incubadora marca UNIVERSAL 20 a 100°C; agitador mecánico vortex MAGNETIC STIRRER.

3.3. Criterios de estudio

3.3.1. Nivel de investigación

La investigación desarrollada fue de nivel explicativo, orientada a comprender la relación entre las variables estudiadas. Para ello, se recolectaron datos que permitieron medir cuantitativamente los efectos, con el fin de contrastar la hipótesis planteada. De acuerdo con Hernández-Sampieri y Mendoza (2020), este tipo de investigación se clasifica dentro del enfoque explicativo.

3.3.2. Diseño experimental

Diseño experimental consistió en un estudio de estímulo creciente de dos tipos de droga (hoja y corteza), tres solventes por droga, cuatro concentraciones por droga, dos dosis por droga (extracto crudo) por siete cepas indicadoras y tres repeticiones (**Tabla 1**).

Tabla 1. Concentraciones y dosis utilizadas con los extractos crudos vegetales.

Extracto crudo (droga)	Tipo de extracto	Concentraciones del extracto (mg/mL)				Dosis (μL)	
		C1	C2	C3	C4	D1	D2
Hoja	Metanol	4	8	16	32	10	20
	Etanol	8	16	32	64	10	20
	Acuoso	16	32	64	128	10	20
Corteza	Metanol	4	8	16	32	10	20
	Etanol	8	16	32	64	10	20
	Acuoso	16	32	64	128	10	20

3.3.3. Variables e indicadores

3.3.3.1. Variable dependiente

- Desarrollo de cepa indicadora fungi de pudrición blanca.

3.3.3.2. Indicador de variable dependiente

- Diámetro del halo de inhibición (mm).

3.3.3.3. Variable independiente

- Extractos vegetales de hoja y corteza de *Inga edulis* Mart.

3.3.3.4. Indicador de la variable independiente

- Concentración de extracto crudo de hoja y corteza (mg/mL).
- Dosis de aplicación (μL).

3.3.4. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados con un diseño con arreglo factorial (2 x 3 x 4 x 2 x 7) considerando tres repeticiones, empleando el software MATLAB.

Factores evaluados:

- Extracto vegetal/crudo (droga): Hoja y corteza.
- Tipos de extracto: Metanólico, etanólico y acuoso.
- Concentración: Cuatro, por tipo de extracto.

- Dosis de aplicación: 10 y 20 μ L.
- Cepas indicadoras: 7 fungi.

El análisis estadístico se realizó de manera independiente, evaluando por separado cada combinación de extracto vegetal o extracto crudo (droga) y tipo de extracto. En cada caso, se analizaron los efectos de la cepa fúngica, concentración y dosis.

Los resultados se representaron mediante gráficos de barras distribuido independientemente por cada cepa fúngica, representado por la concentración en el eje X y el diámetro del halo de inhibición (mm) en el eje Y, considerando las dosis como barras paralelas. Así mismo los datos, fueron organizados en tablas de valores promedios del halo de inhibición en función de cepa, concentración y dosis.

Finalmente, se aplicó ANOVA para evaluar los efectos e interacciones de los factores cepa, concentración y dosis. Identificado las diferencias significativas, se realizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey para determinar diferencias estadísticas significativas. Este procedimiento se aplicó de manera uniforme en todos los extractos de hoja y corteza.

3.4. Metodología

3.4.1. Aislamiento de fungi que producen pudrición blanca

3.4.1.1. Recolección de fungi

Se recolectaron fungi basidiomycota del Jardín Botánico y Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), para ello se seleccionaron cuidadosamente los especímenes en buen estado que se encontraron sobre los troncos de los árboles con signos de pudrición blanca o de la zona de rizosfera adyacente al suelo, y con ayuda de una navaja se desprendieron del sustrato y colocaron en un recipiente con tapa hermética. Se registraron características puntuales en un formato (**Anexo 1**). Las muestras de fungi recolectadas se identificaron específicamente en el Laboratorio de Micología y Tecnología de la Propagación de la Escuela Profesional de Ingeniería de Recursos Naturales Renovables, comprobándose siete especies de fungi basidiomycota causantes de la pudrición blanca.

3.4.1.2. Obtención de cepas indicadoras

Para el aislamiento de cepas de hongos que puedan ser utilizadas como indicadoras de sensibilidad y/o resistencia a los extractos crudos de *Inga edulis*, se adaptó el procedimiento descrito por Roca (2019). El material fúngico colectado fue procesado en una cámara de flujo laminar (HEPA), donde se seccionó en fragmentos de aproximadamente 5×10 mm y se sometió a desinfección superficial con hipoclorito de sodio al 1,5 % durante 2 minutos.

Posteriormente, se realizó un enjuague con agua bidestilada estéril, seguido de un baño en alcohol al 70 % y tres enjuagues consecutivos con agua bidestilada estéril.

Los fragmentos desinfectados se colocaron en recipientes estériles (Magentas) con tampón fosfato (pH 6,8) y luego se transfirieron al centro de placas Petri con Agar Sabouraud glucosado al 4 %, incubándose a temperatura ambiental durante tres días. Tras la incubación, se seleccionó el micelio desarrollado y se repicó por estriado en tubos de ensayo (20 × 150 mm) con Agar Sabouraud glucosado al 4 % en plano inclinado. Finalmente, los cultivos se incubaron a temperatura ambiental y se conservaron en refrigeración (4 – 8 °C) hasta su reactivación, constituyéndose en cepas indicadoras.

3.4.1.3. Reactivación de fungi

Para esta etapa se tomó como referencia lo manifestado por Manzano *et al.* (2015), se retiraron los tubos de agar inclinado de Sabouraud Glucosa al 4 % (AS) que se mantuvieron en refrigeración y una porción del micelio se repicaron en tubos de prueba 20 x 150 mm conteniendo Caldo Sabouraud Glucosa al 4 % (CS), se llevaron a incubación a temperatura ambiental por tres días y fueron utilizadas como cepas indicadoras en las pruebas de sensibilidad y/o resistencia frente a los extractos crudos vegetales de *Inga edulis*.

3.4.1.4. Inóculos fúngicos

Al reactivar las cepas indicadoras en CS, para la realización del proceso de la determinación de la Concentración Inhibitoria Mínima mediante la prueba de sensibilidad y/o resistencia frente a los extractos crudos vegetales, se tomaron de cada fungi reactivados inóculo de siembra una alícuota de 100 µL el que se diseminó en las placas Petri para la CIM.

3.4.2. Preparación de extractos vegetales crudos metanólico, etanólico, acuoso de hojas y corteza de *Inga edulis*

3.4.2.1. Obtención y pulverizado del material vegetal

Del material vegetal recolectado de *Inga edulis*, se pesaron 500 g de hojas y 500 g de corteza, siguiendo la metodología descrita por Roca (2019). El material fue lavado con agua potable y posteriormente enjuagado con agua destilada, eliminándose el exceso de humedad por escurrido. Luego, se secó en estufa a 105 °C durante 6 a 8 horas. Posteriormente, las hojas y la corteza se fraccionaron en partes pequeñas y se trituraron utilizando un molino de cuchillas Thomas Wiley 4. El material obtenido se tamizó con malla MESH 40/60, obteniéndose un polvo fino como producto final.

3.4.2.2. Preparación de extracto crudo metanólico

El procedimiento se realizó según lo descrito por Roca, adaptado de Ocares y ajustado a las condiciones del estudio. Se emplearon 150 g de material vegetal pulverizado de *Inga edulis* (hojas y corteza, por separado), los cuales fueron colocados en un matraz de 1 000 mL con 900 mL de metanol al 99 %, dejándose en maceración durante 24 horas. Posteriormente, el extracto fue filtrado con papel Whatman N.º 1, añadiéndose 5 mL de agua destilada hirviendo para favorecer la precipitación de compuestos resinosos.

El filtrado se concentró en un rotavapor Buchi R-200 a 45 °C bajo presión reducida hasta su completa desecación, obteniéndose el extracto crudo metanólico. A partir de este, se prepararon concentraciones de 4, 8, 16 y 32 mg/mL, reconstituidas en dimetilsulfóxido (DMSO). El extracto fue esterilizado mediante tindalización a 60 °C durante 2 horas, con intervalos de reposo de 18 horas, repitiéndose el proceso tres veces. Finalmente, se envasó en viales estériles con tapa rosca, sellados herméticamente en condiciones asépticas, hasta la determinación de la Concentración Inhibitoria Mínima (CIM).

3.4.2.3. Preparación de extracto crudo etanólico

El extracto crudo etanólico se obtuvo aplicando lo detallado por Roca (2019) en adaptación de lo manifestado por Miranda *et al.* (2012) modificado según nuestro requerimiento. Se tomaron 150 g de pulverizados de material vegetal, independientemente de hojas y de corteza, y se colocaron en matraces de 1 000 mL conteniendo 900 mL de etanol al 70 % y se dejó macerar en agitación lenta (40 rpm) en agitador mecánico o vortex MAGNETIC STIRRER por un lapso de 48 horas. A continuación, se filtró con papel Whatman N.º1, y se agregó 5 mL de agua caliente con el fin de verter y absorber ciertos agregados resinosos.

Se concentró en rotavapor BUCHI R200 a presión reducida a 45 °C hasta desecación. El polvo obtenido se reconstituyó con DMSO para la obtención de las concentraciones de 8 mg/mL, 16 mg/mL, 32 mg/mL y 64 mg/mL, las que se llevaron a esterilización por tindalización a 60 °C por 2 horas, con descansos de 18 horas por tres veces seguidas, se almacenaron asépticamente en refrigeración en viales estériles cerrados herméticamente hasta su utilización en la determinación de la Concentración Inhibitoria Mínima (CIM).

3.4.2.4. Preparación de extracto acuoso

El proceso realizado se basó en lo indicado por Roca (2019) adaptado de la metodología seguida por Verdeguer (2011) reformado de acuerdo con las condiciones de nuestro requerimiento de trabajo. Se mezclaron 600 mL de agua destilada con 150 g del pulverizado

del material vegetal tanto de hojas como de corteza por separado, en vasos de precipitación de 1 000 mL, se procede a ebullición a 100 °C, por 20 minutos, dejándolos en reposo por 60 minutos a más para enfriamiento, se filtraron con papel Whatman N°1, el filtrado fue sometido a 80 °C por 15 minutos filtrándose nuevamente, se trasladó a tubos de PVC con tapa rosca llevándolos a centrifugación a 3 000 rpm por 10 minutos descartándose el sedimento. Los extractos filtrados se esterilizaron por tindalización en termorregulador de agua (baño maría) a temperatura de 60 °C durante 2 horas con reposos de 18 horas y por tres días seguidos.

El esterilizado se colocó en viales estériles y se sometieron a temperatura de 60 °C por 12 horas en horno universal THERMO SCIENTIFIC de aire seco con posterior almacenamiento en refrigeración hasta su utilización en la CIM, en la que se prepararon las concentraciones de trabajo, (16 mg/mL, 32 mg/mL, 64 mg/mL y 128 mg/mL) restableciéndose el extracto agregando 1 mL de agua destilada estéril por cada 0.1 mg de extracto en polvo.

3.4.3. Determinación de la Concentración Inhibitoria Mínima (CIM) de la actividad antifúngica de los extractos crudos de *Inga edulis*

Se adecuó para esta etapa lo señalado por Roca (2019) quién a su vez adaptó la metodología de Del Águila *et al.* (2013). La CIM es la menor concentración requerida para que un extracto crudo vegetal inhiba el crecimiento de las cepas de fungi de la pudrición blanca utilizadas como indicadoras.

Se procedió a la preparación de las concentraciones de prueba de cada uno de los tres extractos crudos vegetales obtenidos en solventes diferentes, de acuerdo con lo especificado en la **Tabla 1**. Se trabajó con los fungi reactivados en CS de los que se obtuvo como inóculo de siembra una alícuota de 100 µL que se diseminó dentro de una placa Petri con AS, después de 4 a 6 horas de incubación a 37 °C sobre estas placas se realizaron los depósitos de las concentraciones de los extractos crudos vegetales, tanto de hoja como corteza, obtenidos por tres diferentes solventes.

Se utilizaron plantillas de siembra con 4 cuadrículas (**Figura 1**), que se colocaron debajo de las placas Petri de AS sembradas con las cepas fungi indicadoras, que facilitó la ubicación e identificación del agregado de las concentraciones de los tres tipos de extractos crudos vegetales probados.

Se utilizaron placas Petri de AS sembradas con fungi, por cada cepa indicadora (7 cepas fungi de pudrición blanca), por concentración de tipo de extracto crudo (metanólico, etanólico y acuoso), por tipo de material vegetal (hoja y corteza) y por dosis de aplicación de cada tipo

de extracto crudo (10 y 20 μL). Todas las placas sembradas, incluyendo las de control, se llevaron a incubación a temperatura ambiental por tres días al término de la cual se procedió a las lecturas de los halos de inhibición que demostraron el efecto nocivo de los extractos vegetales sobre las cepas fungi indicadoras. Los halos se midieron en milímetros (mm) de diámetro, y se confrontaron con sus concernientes placas controles. Los halos de inhibición de desarrollo de fungi se catalogaron de acuerdo a la escala de Durafourff (Roca, 2019) considerándose halos igual o mayores de 20 mm como actividad antifúngica positiva o cepa fungi sensible, diámetros de halos entre 15 a 19 mm denotaron una actividad antifúngica moderada o sensibilidad intermedia de la cepa indicadora en tanto que halos con diámetros igual o menores a 14 mm se tomaron como no tener actividad antifúngica significativa o que las cepas indicadoras son resistentes; lineamientos estandarizados (CLSI, 2026; EUCAST, 2026).

3.4.4. Controles

Simultáneamente se sembraron placas con AS con cepas indicadoras sobre las que se añadieron una alícuota de 20 μL de cada uno de los solventes usados en los extractos vegetales (metanol al 99 %, etanol al 70 % y agua destilada) y del antimicótico Fluconazol 150 mg para comparar la eficacia de la inhibición de crecimiento fúngico. Estas placas sirvieron como control de actividad antifúngica ensayada en la presente investigación. Se utilizó la misma plantilla de siembra debajo de las placas Petri.

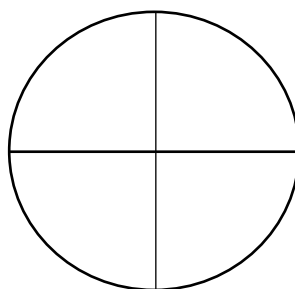


Figura 1. Plantilla para la evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos crudos vegetales de *Inga edulis*.

3.4.5. Establecimiento del patrón de concentración inhibidora mínima (CIM) de los extractos crudos de *Inga edulis* Marth sobre cepas de fungi de la pudrición blanca

Se realizó en base a tres extractos crudos tanto para hoja y corteza que se ensayaron con cuatro concentraciones obtenidos a partir de solventes diferentes para determinar la CIM. Este

patrón es el resultado teórico de las pruebas antimicrobianas para todo tipo de sustrato recomendado y determinado por la Convención Farmacopea de los Estados Unidos (USP-NF) 2020.

El modelo de patrón de CIM que se siguió se presenta a continuación:

Cepa:

MetH^{cc.S, ó.R, D} **EtH**^{cc.S, ó.R, D} **AcH**^{cc.S, ó.R, D} **MetC**^{cc.S, ó.R, D} **EtC**^{cc.S, ó.R, D} **AcC**^{cc.S, ó.R, D}

Donde:

- Cepa, fungi indicador de susceptibilidad o resistencia a extractos crudos.
- MetH y MetC extracto crudo metanólico de hoja y de corteza respectivamente.
- EtH y EtC, extracto crudo etanólico de hoja y corteza respectivamente.
- AcH y AcC, extracto crudo acuoso de hoja y corteza respectivamente.
- cc.S, concentración específica que inhibió significativamente el desarrollo (cepa sensible).
- ó R, ninguna concentración inhibe crecimiento de cepa indicadora (cepa resistente)
- D, es la dosis o volumen de aplicación del extracto crudo efectiva.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Aislamiento de fungi que produce pudrición blanca desarrollados sobre madera en almacenamiento

Se procesaron siete (7) cepas de fungi de la pudrición blanca considerándolas como indicadores de susceptibilidad o resistencia frente a los extractos crudos de hoja y corteza de *Inga edulis* preparados con distintos solventes (metanol, etanol y agua). Las cepas identificadas se indican (**Tabla 2**) así mismo se certifica la identificación (**Anexo A**).

Tabla 2. Cepas de fungi de la pudrición blanca consideradas como indicadores de susceptibilidad o resistencia frente a extractos crudos de hoja y corteza de *Inga edulis*.

Código	Especie	Familia
H001	 <i>Hexagona sp.</i>	POLIPORACEAE
H002	 <i>Ganoderma applanatum</i>	GANODERMATACEAE
H003	 <i>Trametes sp.</i>	POLIPORACEAE

H004

*Rigidoporus
lineatus*

MERIPILACEAE

H005

*Cookeina
tricholoma*

SARCOSCYPACEAE

H006

*Trametes
elegans*

POLIPORACEAE

H007

*Oudiemansiella
canarii*

PHYSALACRIACEAE

Durante la fase de recolección, la mayoría de los hongos fue obtenida a partir de troncos de árboles caídos en el Jardín Botánico y el BRUNAS, lo cual resulta consistente con lo señalado por Kuhar *et al.* (2013), quienes indican que los basidiomicetos se desarrollan tanto en árboles en pie como en material leñoso en descomposición. Este patrón sugiere que la disponibilidad de sustratos lignocelulósicos en estado de degradación favorece el establecimiento y proliferación de estos organismos, lo que explica la alta frecuencia de colecta en este tipo de sustrato.

Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Pinedo (2011), quien, en el Jardín Botánico de Tingo María, identificó géneros como *Trametes*, *Ganoderma* y *Rigidoporus lineatus*, evidenciando la presencia de una comunidad fúngica característica de ecosistemas tropicales húmedos. En este contexto, las especies evaluadas en la presente investigación pueden considerarse representativas de hongos lignocelulolíticos propios de la zona de estudio, lo cual refuerza la validez ecológica del muestreo realizado. Asimismo, Pointing (2001) señala que los hongos de pudrición blanca se distinguen por su elevada capacidad para degradar compuestos lignocelulósicos, lo que implica un alto grado de especialización fisiológica y resistencia estructural. Esta característica no solo resalta su importancia ecológica en los procesos de reciclaje de nutrientes, sino que también los convierte en organismos particularmente exigentes para la evaluación de actividad antifúngica.

Por lo tanto, el uso de estos hongos como modelos experimentales en esta investigación aporta mayor rigurosidad a la evaluación de los extractos de *Inga edulis*, ya que cualquier efecto inhibitorio observado frente a organismos con alta capacidad degradativa y adaptativa refuerza el potencial antifúngico de los compuestos bioactivos presentes en dicha especie.

4.2. Extractos vegetales crudos metanólico, etanólico, acuoso de hojas y corteza de *Inga edulis*

Se obtuvieron seis extractos crudos de *Inga edulis*, diferenciados según la parte vegetal (hoja y corteza) y el tipo de solvente empleado (metanólico, etanólico y acuoso). La utilización de solventes con distinta polaridad permite extraer una mayor diversidad de metabolitos secundarios, considerando que estos compuestos presentan diferentes afinidades químicas según el medio de extracción; por su lado, Ocares (2012) evidenció que los extractos metanólicos tienden a presentar mayor actividad antimicrobiana, lo que se atribuye a su eficacia para solubilizar compuestos fenólicos con alta actividad biológica. De manera similar, Mendoza *et al.* (2022) reportaron que los extractos etanólicos muestran una respuesta antifúngica significativa, asociada a la presencia de flavonoides, taninos y otros metabolitos secundarios. En contraste, aunque los extractos acuosos permiten la extracción de compuestos más polares, su actividad antifúngica suele ser menor en comparación con los obtenidos mediante solventes orgánicos, como también sugieren los resultados de Venturoso *et al.* (2011).

No obstante, la inclusión de extractos acuosos resulta relevante desde un enfoque aplicado, ya que representan una alternativa más accesible y ambientalmente amigable para el control de patógenos. Asimismo, la conservación de los extractos a temperaturas entre 4 y 8 °C permitió mantener la estabilidad de los compuestos bioactivos previo a su evaluación.

Finalmente, estos extractos fueron utilizados en la determinación de la concentración mínima inhibitoria frente a hongos de pudrición blanca, los cuales presentan una elevada capacidad de degradación lignocelulósica y, por ende, una mayor tolerancia a agentes externos, tal como señala Pointing (2001). Esta característica los convierte en organismos exigentes para la evaluación de actividad antifúngica, otorgando mayor relevancia a los efectos inhibitorios que puedan observarse.



Figura 2. Extractos crudos metanólicos de *Inga edulis*.



Figura 3. Extractos crudos etanólicos y acuosos de *Inga edulis*.

4.3. Determinación de la actividad antifúngica de cuatro concentraciones de los extractos crudos de *Inga edulis*

De cada uno de los extractos crudos obtenidos en distintos solventes se prepararon cuatro concentraciones, según lo indicado en la **Tabla 1**, aplicadas en dos dosis diferentes. Los extractos de acuerdo con el solvente de elución mostraron distinta actividad antifúngica sobre las cepas fungi indicadoras, asimismo éstas evidenciaron variado comportamiento de susceptibilidad frente a la presencia de los extractos crudos.

4.3.1. Extractos crudos de hoja de *Inga edulis*

4.3.1.1. Extractos metanólicos

Los extractos metabólicos de hoja demostraron tener actividad inhibitoria contra algunas cepas de fungi de la pudrición blanca ensayadas como indicadoras, en tanto que sobre otras no evidenciaron inhibición de desarrollo.

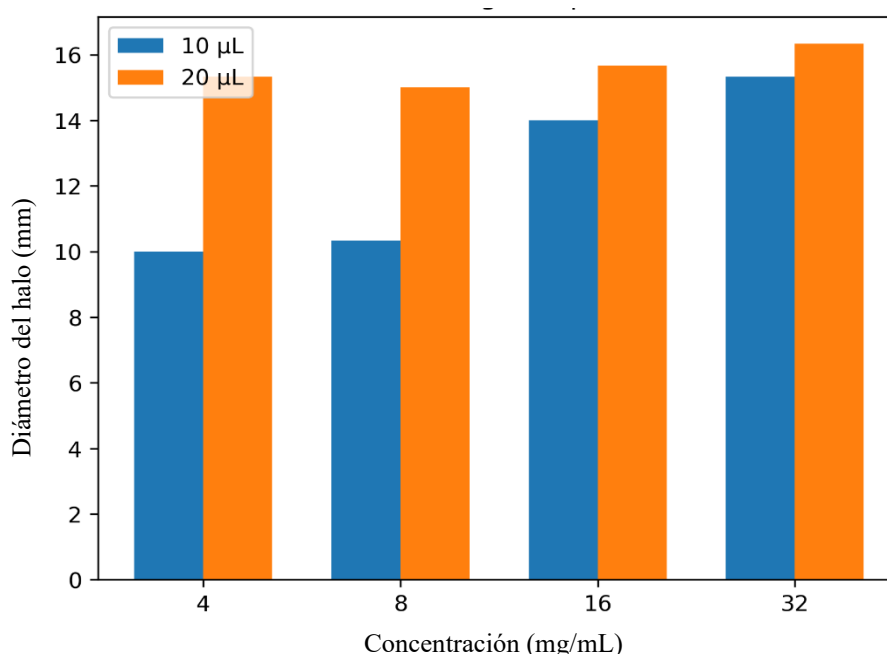


Figura 4. Actividad antifúngica de extracto metanólico de hojas de *Inga edulis* frente a *Hexagona sp.*

Se observó un incremento progresivo en el diámetro del halo con el aumento de la concentración en ambas dosis evaluadas, 20 µL superior en todas las concentraciones. La actividad de los extractos metanólicos frente a cepa *Hexagona sp.* resultó poco sensible a las concentraciones de 32 mg/mL correspondiente a 10 µL.

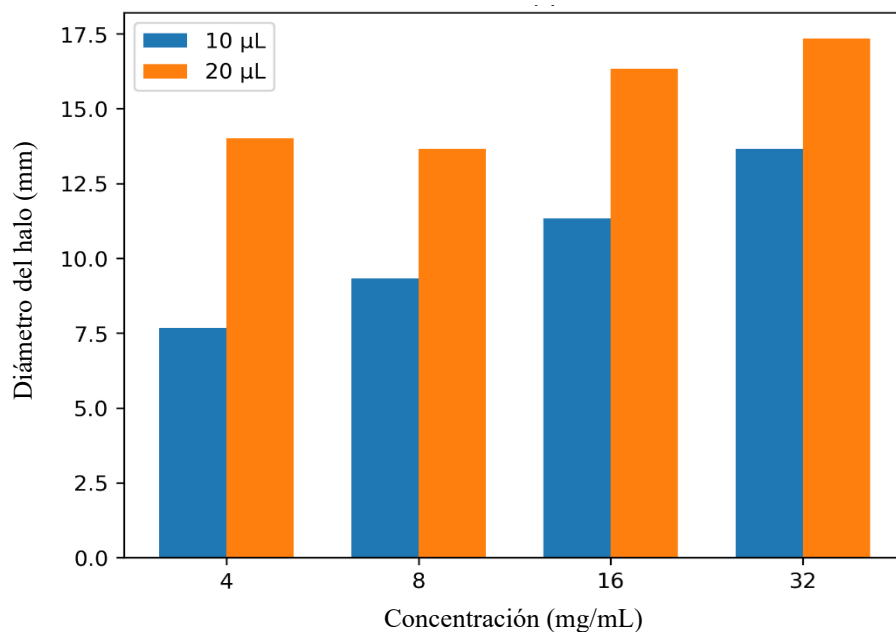


Figura 5. Actividad antifúngica de extracto metanólico de hojas de *Inga edulis* frente a *Ganoderma applanatum*.

En tanto que la cepa *Ganoderma applanatum* se evidencio respuesta dosis-dependiente marcada, con mayor actividad inhibidora a 20 µL, alcanzando el valor máximo al 32 mg/mL.

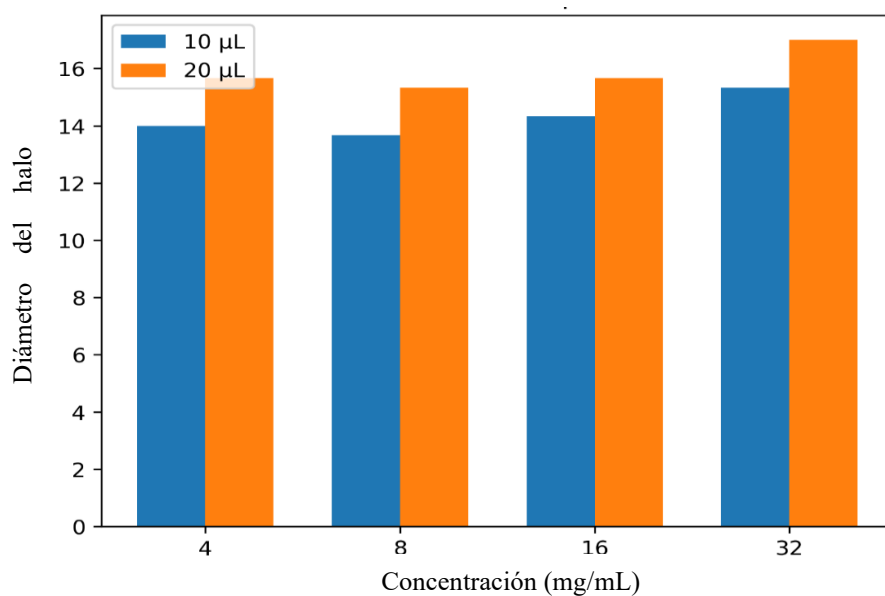


Figura 6. Actividad antifúngica de extracto metanólico de hojas de *Inga edulis* frente a *Trametes sp.*

Se observa variación moderada entre concentraciones, con incremento leve de 20 µL y mayor efecto en 32 mg/mL.

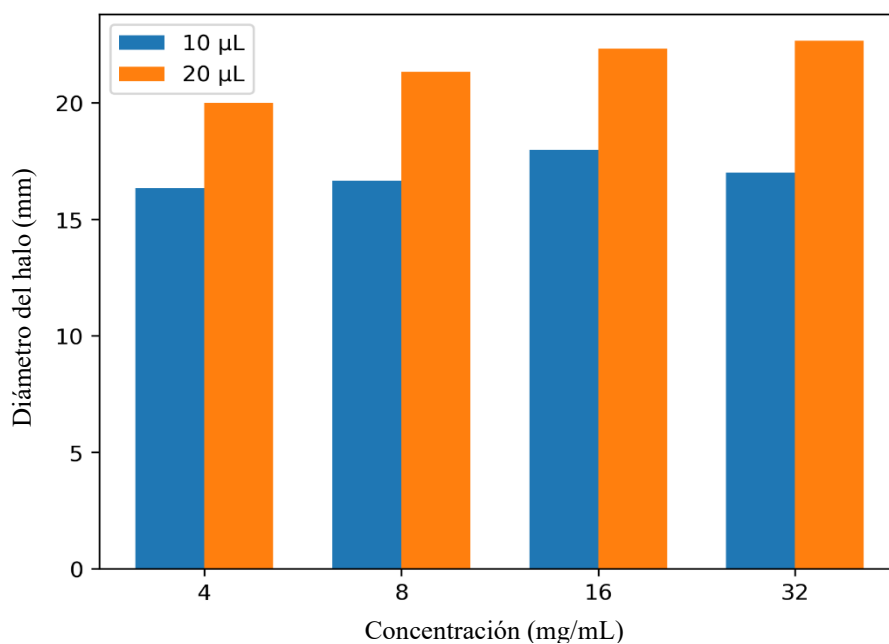


Figura 7. Actividad antifúngica de extracto metanólico de hojas de *Inga edulis* frente a *Rigidosporus lineatus*.

Presentó alta sensibilidad al extracto, con incremento claro tanto por concentración y dosis, alcanzando valores elevados a 20 µL.

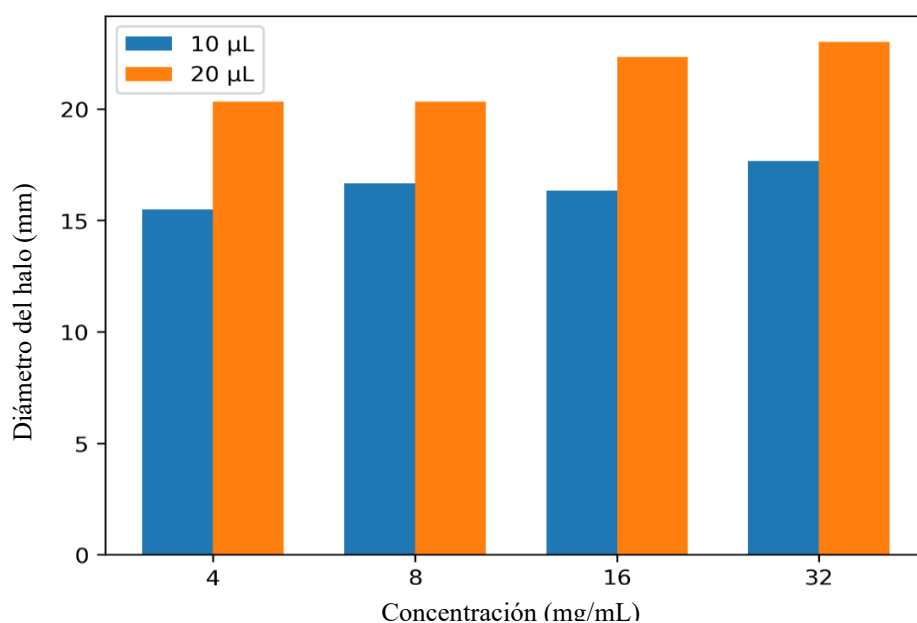


Figura 8. Actividad antifúngica de extracto metanólico de hojas de *Inga edulis* frente a *Cookeina tricholoma*.

Se evidenció incremento sostenido del halo con mayor respuesta a 20 µL, especialmente en 16 y 32 mg/mL.

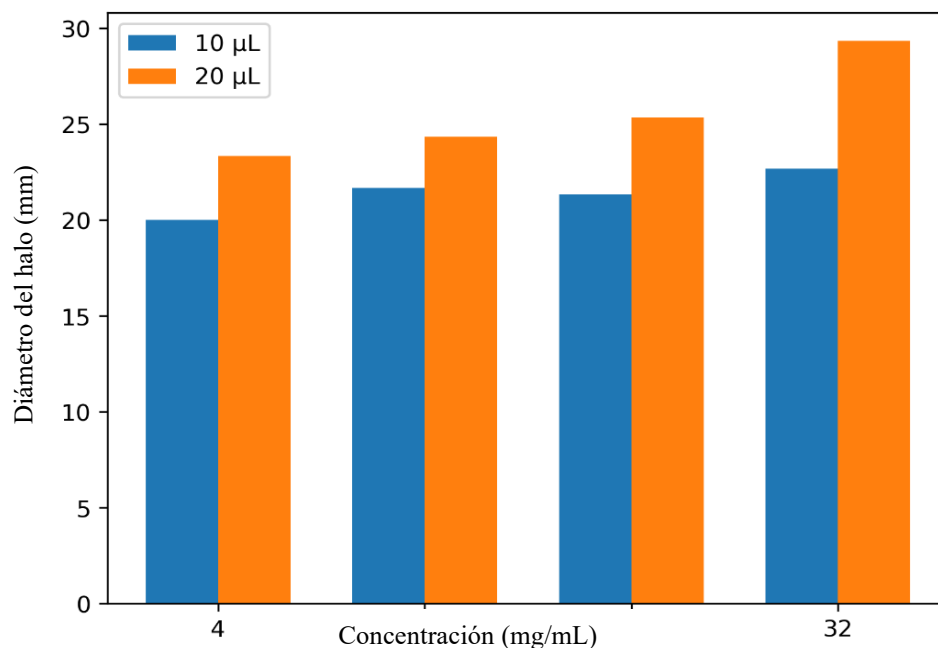


Figura 9. Actividad antifúngica de extracto metanólico de *Inga edulis* frente a *Trametes elegans*.

Es la cepa con mayor diámetro promedio de halo, mostrando respuesta marcada a 20 µL, particularmente en 32 mg/mL.

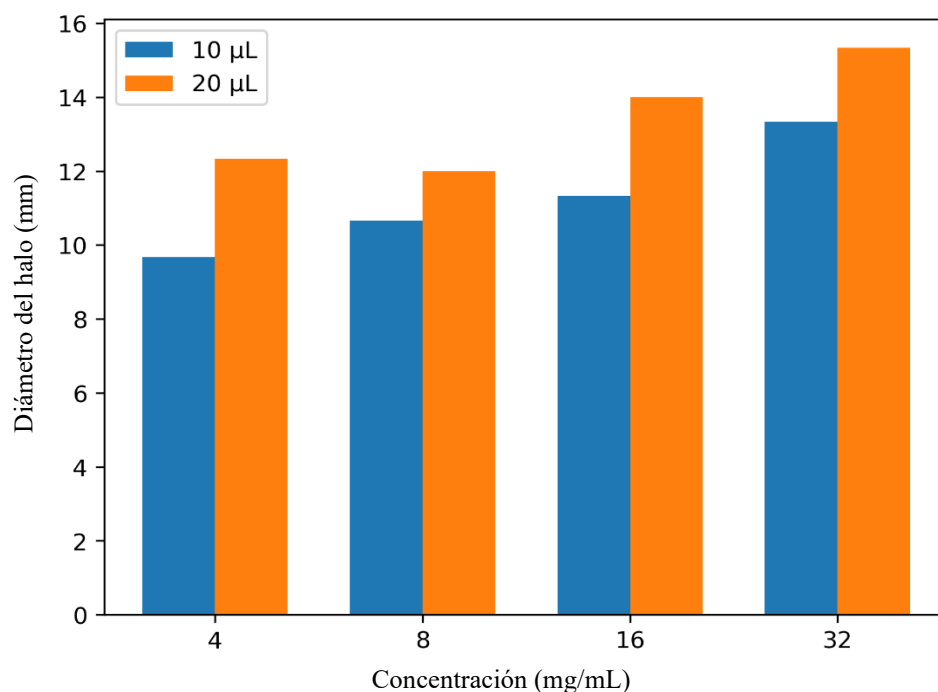


Figura 10. Actividad antifúngica de extracto metanólico de *Inga edulis* frente a *Oudemansiella canarii*.

Presentó menor sensibilidad comparativa; sin embargo, mantiene tendencia creciente en función de la concentración y la dosis.

Tabla 3. Valores promedios del halo de inhibición (mm) - extracto metanólico (hoja).

CEPA	Dosis (μL)	Concentración mínima (mg/mL)	Halo (mm)	Dosis (μL)	Concentración máxima (mg/mL)	Halo (mm)
<i>Hexagona sp.</i>	10	4	10,0	20	32	16,3
<i>Ganoderma applanatum</i>	10	4	7,7	20	32	17,3
<i>Trametes sp.</i>	10	8	13,7	20	32	17,0
<i>Rigidoporus lineatus</i>	10	4	16,3	20	32	22,7
<i>Cookeina tricholoma</i>	10	4	15,5	20	32	23,0
<i>Trametes elegans</i>	10	4	20,0	20	32	29,3
<i>Oudemansiella canarii</i>	10	4	9,7	20	32	15,3

Se muestra los valores promedios del diámetro del halo de inhibición obtenidos frente a cepas de hongos de pudrición blanca evaluadas, se observa que los valores mínimos se registraron a 10 μL y en concentraciones bajas (principalmente 4 mg/mL), mientras que los valores máximos alcanzaron consistentemente a 20 μL y 32 mg/mL de concentración. Este comportamiento confirma una respuesta dependiente tanto de la dosis como de la concentración del extracto metanólico crudo hoja de *Inga edulis* (Tabla 4).

Tabla 4. ANOVA factorial (Cepa × Concentración × Dosis) – extracto metanólico (hoja).

Factor	F	gl	p valor	ηp ²
Cepa	502,07	6,112	<0,001	0,964
Concentración	93,22	3,112	<0,001	0,714
Dosis	687,52	1,112	<0,001	0,860
Cepa × Concentración	3,25	18,112	<0,001	0,343
Cepa × Dosis	13,56	6,112	<0,001	0,421
Concentración × Dosis	1,08	3,112	0,362	0,028
Cepa × Concentración × Dosis	3,25	18,112	<0,001	0,343

Los resultados del ANOVA factorial evidencian que los factores cepa, concentración y dosis ejercen una influencia altamente significativa sobre la actividad antifúngica del extracto metanólico de hoja de *Inga edulis*, lo cual se refleja en los elevados valores de F y en los tamaños de efecto (ηp²) cercanos a la unidad, especialmente para los factores cepa (ηp² = 0,964) y dosis (ηp² = 0,860). Esto indica que gran parte de la variabilidad en la respuesta antifúngica se explica por las diferencias inherentes entre las cepas evaluadas y por la cantidad de extracto

aplicada, sugiriendo un comportamiento biológico altamente dependiente tanto del microorganismo como de la intensidad del tratamiento.

La marcada significancia del factor concentración ($\eta^2 = 0,714$) confirma la existencia de un efecto dosis–respuesta, ampliamente reportado en estudios de actividad antifúngica de extractos vegetales. En este sentido, investigaciones previas han señalado que el incremento en la concentración de extractos ricos en compuestos fenólicos y flavonoides se traduce en una mayor inhibición del crecimiento fúngico, debido a mecanismos como la alteración de la membrana celular y la desnaturalización de proteínas. Este comportamiento ha sido descrito en extractos etanólicos con actividad antifúngica consistente, como lo reportado por Mendoza *et al.* (2022), lo cual respalda la tendencia observada en el presente estudio.

Por otro lado, la significancia de las interacciones cepa $\times$ concentración y cepa $\times$ dosis indica que la respuesta antifúngica no es uniforme entre los hongos evaluados, sino que depende de la susceptibilidad específica de cada cepa. Este resultado es coherente con lo descrito por Cáceres Iparraguirre *et al.* (2025), quienes reportaron variaciones en la inhibición del crecimiento micelial entre diferentes especies fúngicas, atribuibles a diferencias fisiológicas y estructurales. En el caso de hongos de pudrición blanca, su elevada capacidad lignocelulolítica y su compleja estructura enzimática, tal como lo señala Pointing (2001), podrían explicar esta variabilidad en la respuesta frente a los extractos.

Asimismo, la significancia de la interacción triple (cepa $\times$ concentración $\times$ dosis) refuerza la idea de que la actividad antifúngica está modulada por la combinación simultánea de estos factores, lo que sugiere un comportamiento multifactorial complejo. Este tipo de interacción indica que no es posible generalizar un efecto único del extracto, sino que su eficacia depende de condiciones específicas de aplicación y del organismo evaluado.

En contraste, la ausencia de significancia en la interacción concentración $\times$ dosis ($p = 0,362$) sugiere que, al considerar ambos factores de manera independiente de la cepa, su efecto no presenta una variación conjunta relevante, esto podría interpretarse como una cierta estabilidad en la respuesta del extracto frente a cambios simultáneos en concentración y dosis, siempre que no se considere la variabilidad intrínseca de las cepas. Por lo tanto, estos resultados evidencian que el extracto metanólico de hoja presenta una actividad antifúngica significativa y altamente dependiente del contexto biológico y experimental, lo que coincide con lo reportado por Ocares (2012), quien destaca la eficacia de extractos metanólicos en la inhibición de microorganismos debido a su riqueza en compuestos bioactivos.

Tabla 5. Resumen de comparaciones significativas (Tukey) – extracto metanólico (hoja).

Cepa	Dosis (μL)	Diámetro de inhibición(mm)	Tendencia observada
<i>Rigidoporus lineatus</i>	20	21,5	Respuesta significativa a 20 μL
<i>Cookeina tricholoma</i>	20	21,5	Diferenciación a 20 μL
<i>Trametes elegans</i>	10	21,4	Sensibilidad a 32 mg/mL
<i>Trametes elegans</i>	20	25,5	Sensibilidad a 32 mg/mL,

* Comparaciones significativas y diferencias sensibles del tamaño del halo de inhibición expresados en milímetros (mm).

La prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció diferencias significativas entre concentraciones dentro de cada combinación cepa $\times$ dosis, lo que confirma la existencia de una respuesta diferencial del extracto metanólico de hoja de *Inga edulis* según el organismo evaluado. En general, a la dosis de 10 μL se identificaron diferencias significativas en un mayor número de cepas; sin embargo, a 20 μL estas diferencias fueron más marcadas en términos de magnitud del efecto, lo que sugiere una intensificación de la actividad antifúngica al incrementar el volumen aplicado.

Por otro lado, las cepas como *Rigidoporus lineatus* y *Cookeina tricholoma* mostraron respuestas significativas únicamente a 20 μL, lo que indica una menor sensibilidad a dosis bajas y una mayor dependencia de la cantidad de extracto para evidenciar efectos inhibitorios. En contraste, *Trametes elegans* presentó sensibilidad tanto a 10 como a 20 μL, alcanzando los mayores diámetros de inhibición (hasta 25,5 mm), lo que evidencia una mayor susceptibilidad frente al extracto evaluado.

Estos resultados refuerzan la idea de que la eficacia antifúngica no solo depende de la concentración del extracto, sino también de la interacción con la dosis aplicada y de la susceptibilidad intrínseca de cada cepa, tal como se evidenció en el análisis factorial previo. Este comportamiento diferencial ha sido reportado en estudios sobre extractos vegetales, donde distintas especies fúngicas presentan niveles variables de resistencia debido a diferencias en su estructura celular, composición de la pared fúngica y sistemas enzimáticos.

En contraste, la mayor inhibición observada a concentraciones elevadas y a 20 μL sugiere un efecto acumulativo de los compuestos bioactivos presentes en el extracto, lo cual es consistente con lo descrito por Mendoza *et al.* (2022), quienes reportaron un incremento en la actividad antifúngica asociado al aumento de la concentración de metabolitos secundarios. Estos compuestos, como flavonoides y fenoles, han sido ampliamente reconocidos por su

capacidad para interferir en procesos celulares esenciales de los hongos, incluyendo la integridad de la membrana y la actividad enzimática.

Por lo tanto, los resultados obtenidos evidencian que el extracto metanólico de hoja posee un efecto antifúngico dependiente de la dosis y de la concentración, con una respuesta variable según la cepa evaluada, lo que resalta su potencial como fuente de compuestos bioactivos con aplicación en el control de hongos lignocelulolíticos.

4.3.1.2. Extractos etanólicos

Con respecto a los extractos crudos de *Inga edulis* obtenidos utilizando como solvente al etanol al 70 %, las cuatro concentraciones (8, 16, 32 y 64 mg/mL) y en las dos dosis (10 y 20 μ L) evidenciando lo siguiente.

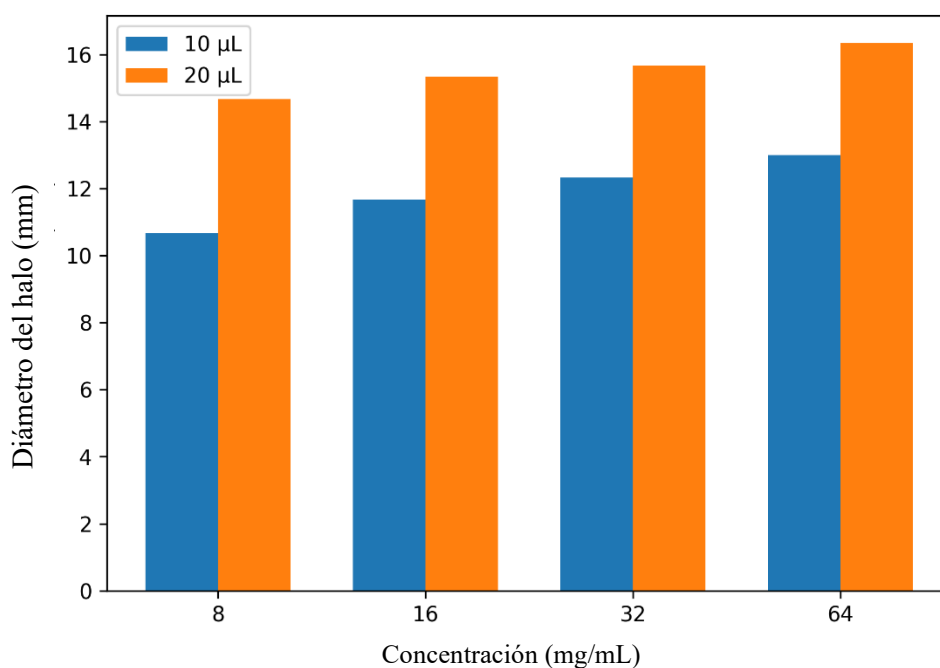


Figura 11. Relación dosis-respuesta del extracto etanólico de hojas frente a *Hexagona sp.*

Se observa la variación del diámetro del halo de inhibición (mm) en función de la concentración (8 - 64 mg/mL) y la dosis aplicada (10 y 20 μ L).

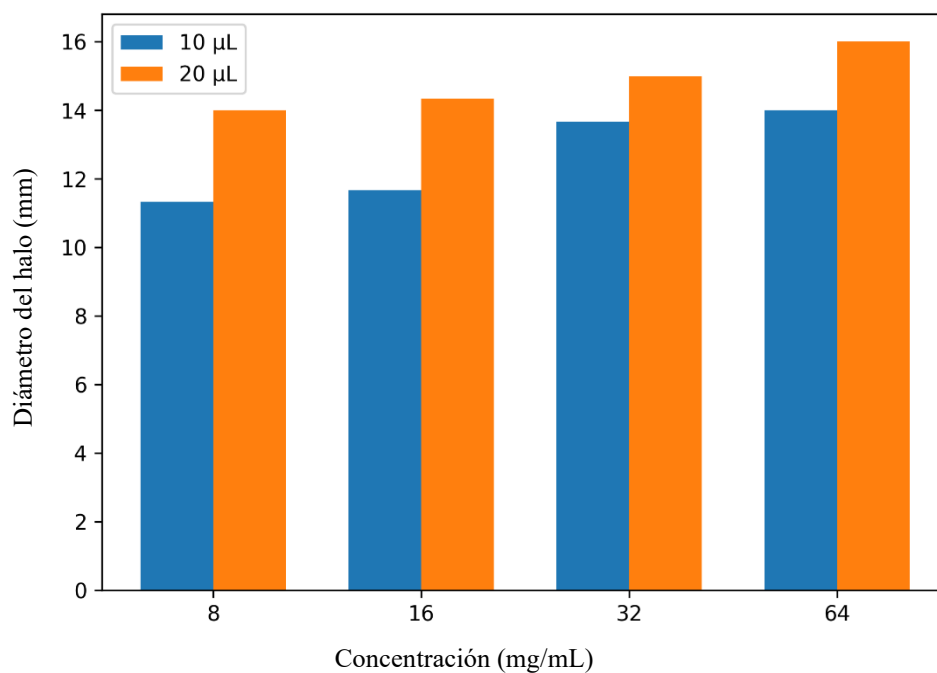


Figura 12. Relación dosis-respuesta del extracto etanólico (hoja) frente a *Ganoderma applanatum*.

Se observa la variación del diámetro del halo de inhibición (mm) en función de la concentración (8 - 64 mg/mL) y la dosis aplicada (10 y 20 µL).

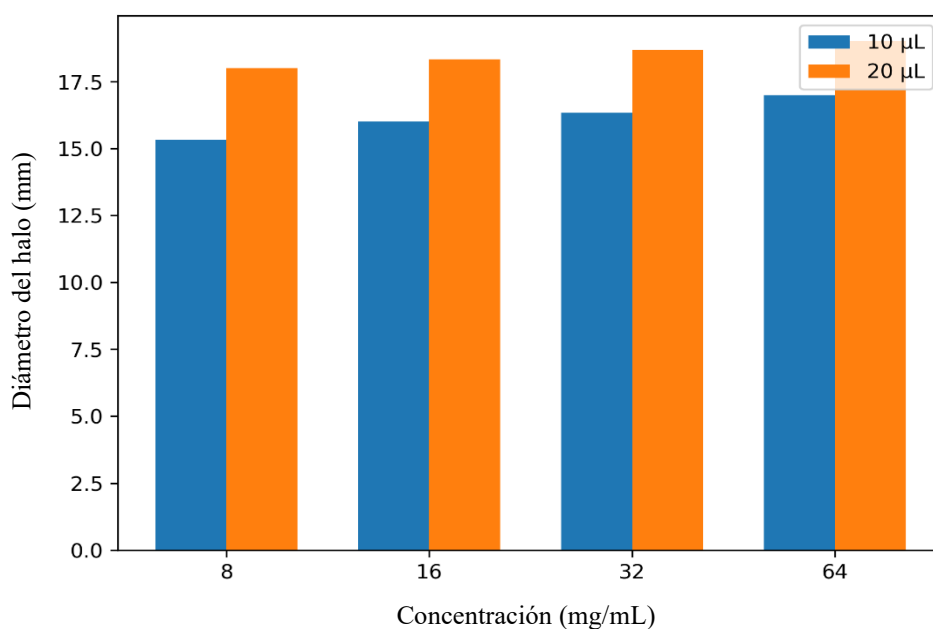


Figura 13. Relación dosis-respuesta del extracto etanólico (hoja) frente a *Trametes elegans*.

Se observa la variación del diámetro del halo de inhibición (mm) en función de la concentración (8 - 64 mg/mL) y la dosis aplicada (10 y 20 µL).

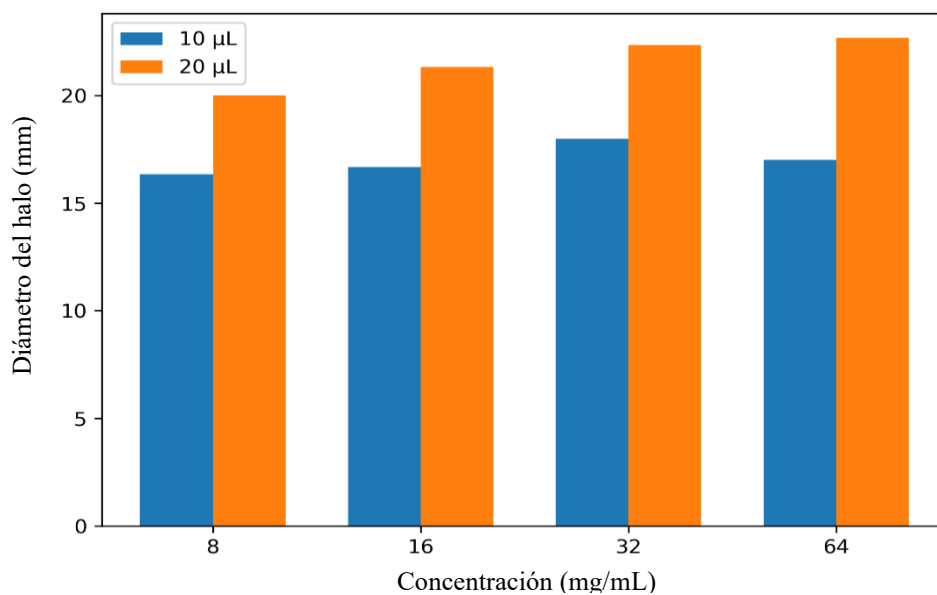


Figura 14. Relación dosis-respuesta del extracto etanólico (hoja) frente a *Rigidoporus lineatus*.

Se observa la variación del diámetro del halo de inhibición (mm) en función de la concentración (8 - 64 mg/mL) y la dosis aplicada (10 y 20 µL).

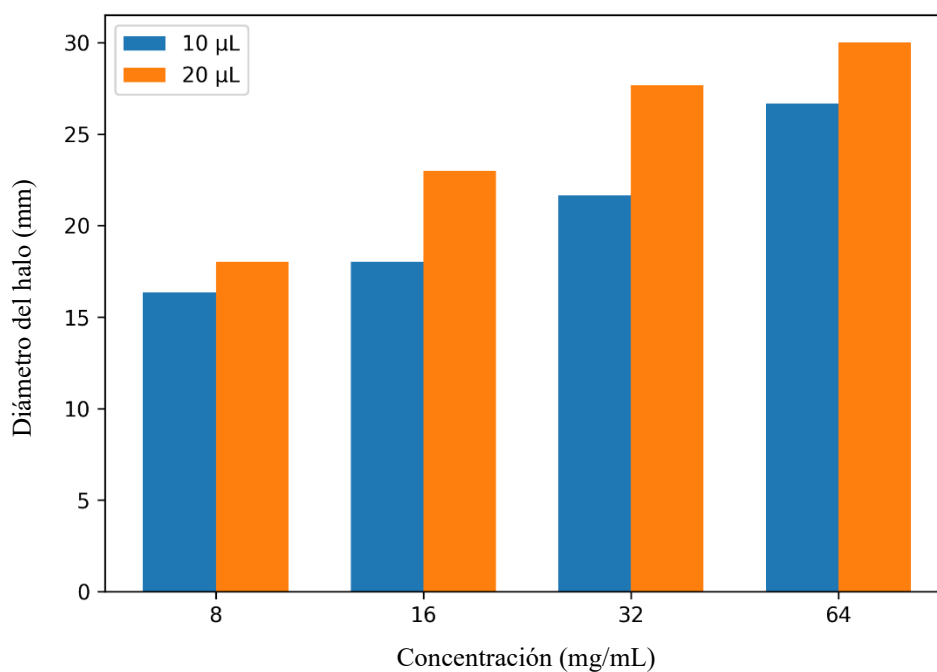


Figura 15. Relación dosis-respuesta del extracto etanólico (hoja) frente a *Cookeina tricoloma*.

Los resultados evidencian la variación del diámetro del halo de inhibición (mm) en función de la concentración (8 - 64 mg/mL) y la dosis aplicada (10 y 20 µL).

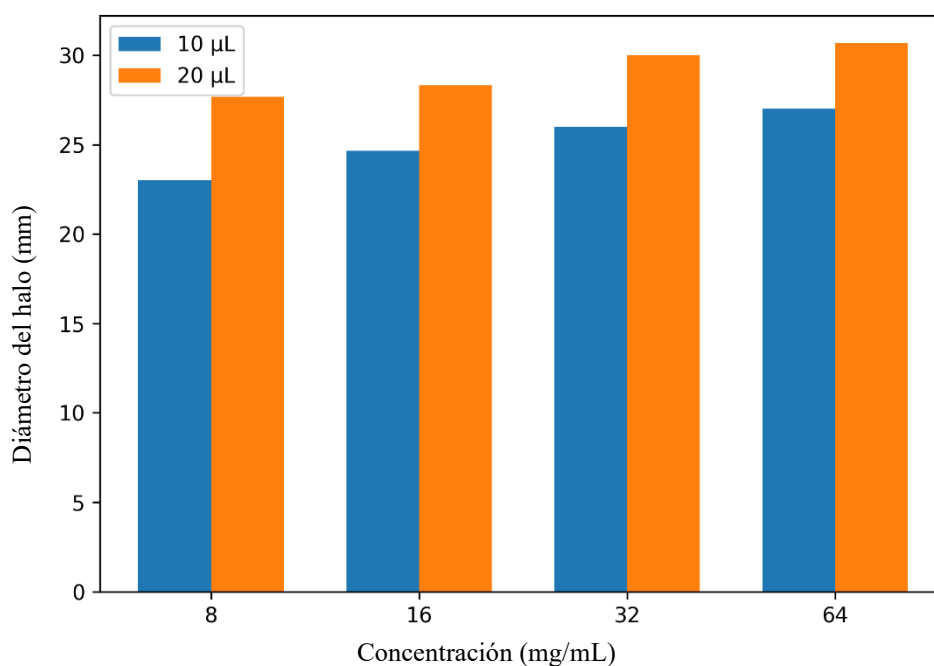


Figura 16. Relación dosis-respuesta del extracto etanólico (hoja) frente a *Trametes elegans*.

Se observa la variación del diámetro del halo de inhibición (mm) en función de la concentración (8 – 64 mg/mL) y la dosis aplicada (10 y 20 µL).

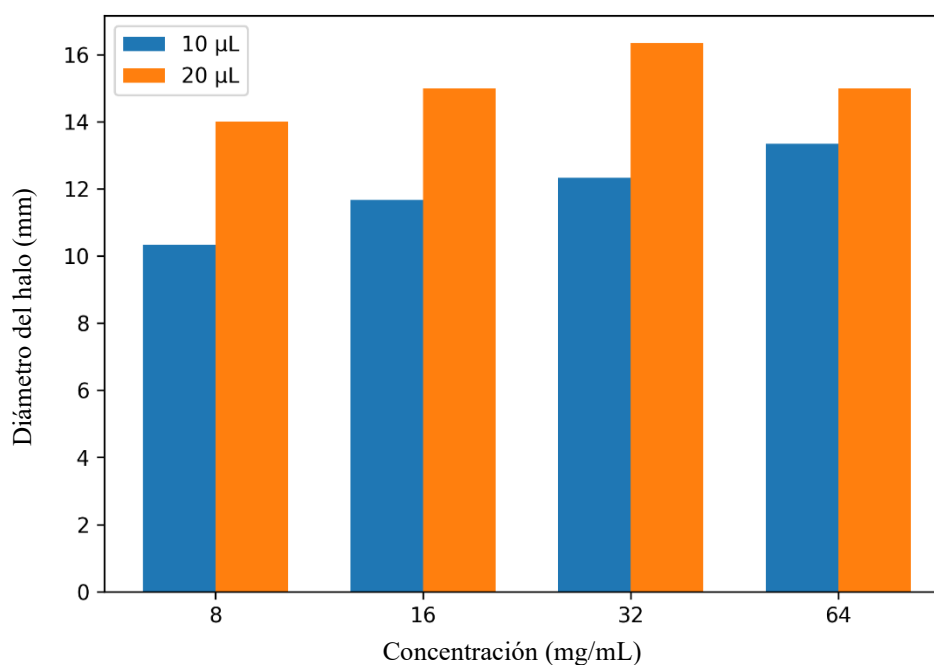


Figura 17. Relación dosis-respuesta del extracto etanólico (hoja) frente a *Oudemansiella canarii*.

Se observa la variación del diámetro del halo de inhibición (mm) en función de la concentración (8 – 64 mg/mL) y la dosis aplicada (10 y 20 µL).

Tabla 6. Valores promedios del halo de inhibición (mm) - extracto etanólico (hoja).

Cepa	Dosis (μL)	Concentración mínima (mg/mL)	Halo (mm)	Dosis (μL)	Concentración máxima (mg/mL)	Halo (mm)
<i>Hexagona sp.</i>	10	8	10,7	20	64	16,3
<i>Ganoderma applanatum</i>	10	8	11,3	20	64	16,0
<i>Trametes sp.</i>	10	8	15,3	20	64	19,0
<i>Rigidoporus lineatus</i>	10	8	16,3	20	64	22,7
<i>Cookeina tricholoma</i>	10	8	16,3	20	64	30,0
<i>Trametes elegans</i>	10	8	23,00	20	64	30,7
<i>Oudemansiella canarii</i>	10	8	10,3	20	32	16,3

En la **Tabla 6** se presentan los valores promedio del halo de inhibición obtenidos para las diferentes cepas evaluadas frente al extracto etanólico de hojas de *Inga edulis*. Donde se observa que a la dosis de 10 μL y concentración mínima (8 mg/mL) los diámetros de inhibición fueron reducidos, lo que evidencia una menor actividad antifúngica bajo condiciones de baja exposición. En contraste, al incrementar la dosis a 20 μL y la concentración hasta 64 mg/mL, los halos de inhibición aumentaron de forma consistente, lo que confirma la existencia de una relación dosis–respuesta.

Las mayores respuestas inhibitorias se registraron en *Cookeina tricholoma* (30,0 mm) y *Trametes elegans* (30,7 mm), lo que indica susceptibilidad de estas cepas frente al extracto etanólico. Por el contrario, *Oudemansiella canarii* presentó los menores diámetros de inhibición, sugiriendo una menor sensibilidad a los compuestos bioactivos presentes en el extracto. Esta variabilidad en la respuesta antifúngica entre cepas es consistente con lo reportado en estudios previos, donde se ha evidenciado que la susceptibilidad fúngica depende de características estructurales y fisiológicas propias de cada especie.

El incremento progresivo del halo de inhibición con el aumento de la concentración y la dosis sugiere un efecto acumulativo de los metabolitos secundarios extraídos en el medio etanólico. En este sentido, investigaciones como la de Mendoza *et al.* (2022) han demostrado que extractos etanólicos ricos en flavonoides y compuestos fenólicos presentan una mayor capacidad inhibitoria conforme se incrementa su concentración. De manera similar, Cáceres Iparraguirre *et al.* (2025) reportaron que extractos vegetales con alta concentración de metabolitos secundarios muestran una inhibición significativa del crecimiento micelial en hongos fitopatógenos.

En este contexto, la mayor sensibilidad observada en cepas como *Cookeina tricholoma* y *Trametes elegans* podría estar asociada a una mayor permeabilidad de sus estructuras celulares o a una menor eficiencia en sus mecanismos de defensa frente a compuestos antifúngicos. Por el contrario, la menor respuesta de *Oudemansiella canarii* sugiere la posible presencia de mecanismos de tolerancia, lo que coincide con lo descrito para hongos lignocelulolíticos con alta capacidad adaptativa, tal como señala Pointing (2001).

Por lo tanto, estos resultados evidencian que el extracto etanólico de hojas presenta una actividad antifúngica dependiente de la concentración y la dosis, con una respuesta diferencial según la cepa evaluada, lo que refuerza su potencial como fuente de compuestos bioactivos para el control de hongos de pudrición blanca.

Tabla 7. ANOVA factorial (Cepa $\times$ Concentración $\times$ Dosis) – extracto etanólico (hoja).

Factor	F	gl	p-valor	ηp^2
Cepa	1363,6	6, 112	< 0,001	0,987
Dosis	1009,8	1, 112	< 0,001	0,900
Concentración	201,1	3, 112	< 0,001	0,843
Cepa $\times$ Concentración	28,98	18, 112	< 0,001	0,823
Cepa $\times$ Dosis	10,1	6, 112	< 0,001	0,351
Concentración $\times$ Dosis	1,47	3, 112	0,228	0,038
Cepa $\times$ Concentración $\times$ Dosis	2,97	18, 112	< 0,001	0,323

El análisis de varianza factorial evidenció efectos principales altamente significativos de los factores cepa, concentración y dosis ($p < 0,001$) sobre la actividad antifúngica del extracto etanólico de hojas de *Inga edulis*. El factor cepa presentó el mayor tamaño de efecto ($\eta p^2 = 0,987$), lo que indica que la variabilidad en la respuesta antifúngica está dominada por las diferencias intrínsecas entre los hongos evaluados. Este comportamiento sugiere que la susceptibilidad no es uniforme, sino dependiente de características fisiológicas y estructurales propias de cada especie.

El efecto significativo de la dosis ($\eta p^2 = 0,900$) y de la concentración ($\eta p^2 = 0,843$) confirma un patrón claro de respuesta dosis dependiente, previamente evidenciado en los halos de inhibición, donde el incremento del volumen aplicado y de la concentración del extracto se tradujo en una mayor inhibición del crecimiento micelial. Este tipo de respuesta ha sido ampliamente documentado en extractos vegetales ricos en compuestos fenólicos, los cuales incrementan su efecto antifúngico conforme aumenta su disponibilidad, tal como reporta Mendoza *et al.* (2022).

Por otro lado, las interacciones significativas que involucran el factor cepa (cepa $\times$ concentración, cepa $\times$ dosis y la interacción triple) evidencian que el efecto del extracto no es homogéneo, sino que depende de la combinación específica entre el tipo de hongo, la concentración y la dosis aplicada. Este resultado refuerza lo observado en los análisis previos, donde ciertas cepas como *Trametes elegans* y *Cookeina tricholoma* mostraron mayor sensibilidad, mientras que otras presentaron respuestas más limitadas. Este comportamiento fue descrito por Cáceres Iparraguirre *et al.* (2025), quienes destacan que la eficacia de los extractos vegetales varía según la especie fúngica debido a diferencias en sus mecanismos de resistencia.

En discrepancia, la interacción concentración $\times$ dosis no resultó significativa ($p = 0,228$; $\eta^2 = 0,038$), lo que sugiere que ambos factores actúan de manera relativamente independiente cuando no se considera el efecto de la cepa. Esto indica que el incremento en la concentración produce un efecto consistente en ambas dosis evaluadas (10 y 20 μL), reforzando la idea de un comportamiento estable del extracto bajo diferentes condiciones de aplicación. Por lo tanto, los elevados tamaños de efecto observados en este análisis, particularmente para el factor cepa, evidencian una fuerte capacidad del modelo para explicar la variabilidad de la respuesta antifúngica, lo que otorga robustez a los resultados obtenidos y respalda el potencial del extracto etanólico de hojas como agente antifúngico frente a hongos de pudrición blanca, caracterizados por su alta capacidad adaptativa y degradativa, tal como lo señala Pointing (2001).

Tabla 8. Resumen de comparaciones significativas (Tukey) – extracto etanólico (hoja).

Cepa	Dosis (μL)	Diámetro de inhibición (mm)	Tendencia observada
<i>Rigidoporus lineatus</i>	20	21,6	Respuesta significativa a 20 μL y 64 mg/mL.
<i>Cookeina tricholoma</i>	10	24,2	Sensibilidad a 64 mg/mL.
<i>Cookeina tricholoma</i>	20	26,9	Diferenciación a 20 μL y 64 mg/mL.
<i>Trametes elegans</i>	10	25,2	Efecto a 64 mg/mL.
<i>Trametes elegans</i>	20	29,2	Efecto a 64 mg/mL.

La prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció diferencias significativas entre concentraciones (mg/mL) dentro de cada combinación cepa $\times$ dosis para el extracto etanólico de hoja de *Inga edulis*. En términos generales, se observó que tanto a 10 μL como a 20 μL las diferencias significativas se concentraron principalmente en la concentración más alta (64 mg/mL), lo que confirma un claro patrón concentración–dependiente en la actividad antifúngica. A 10 μL se registró un número importante de comparaciones significativas en varias cepas, mientras que a 20 μL este número fue ligeramente mayor,

abarcando prácticamente la totalidad de los hongos evaluados. Este incremento en la significancia estadística sugiere que la mayor dosis aplicada potencia la expresión del efecto antifúngico del extracto, intensificando las diferencias entre concentraciones.

En cuanto al comportamiento por especie, *Cookeina tricholoma* presentó los mayores diámetros de inhibición, alcanzando hasta 30 mm a 20 μ L, lo que evidencia una elevada sensibilidad frente al extracto etanólico. De manera similar, *Trametes elegans* también mostró una alta respuesta inhibitoria, con valores superiores a 29 mm, confirmando su susceptibilidad frente a concentraciones elevadas del extracto. En contraste, *Rigidoporus lineatus* presentó respuestas significativas únicamente a 20 μ L, lo que sugiere una menor sensibilidad relativa y una mayor dependencia de la dosis para expresar efectos inhibitorios.

Este patrón general refuerza los resultados del análisis de varianza, donde se evidenció una interacción significativa entre cepa, concentración y dosis, indicando que la respuesta antifúngica no es uniforme, sino altamente dependiente de la especie fúngica evaluada y de las condiciones de aplicación, finalmente, estos resultados confirman que el extracto etanólico de hoja presenta una actividad antifúngica robusta y dependiente de la concentración.

4.3.1.3. Extractos acuosos

Extractos de hoja obtenidos con el solvente agua, se obtiene lo demás.

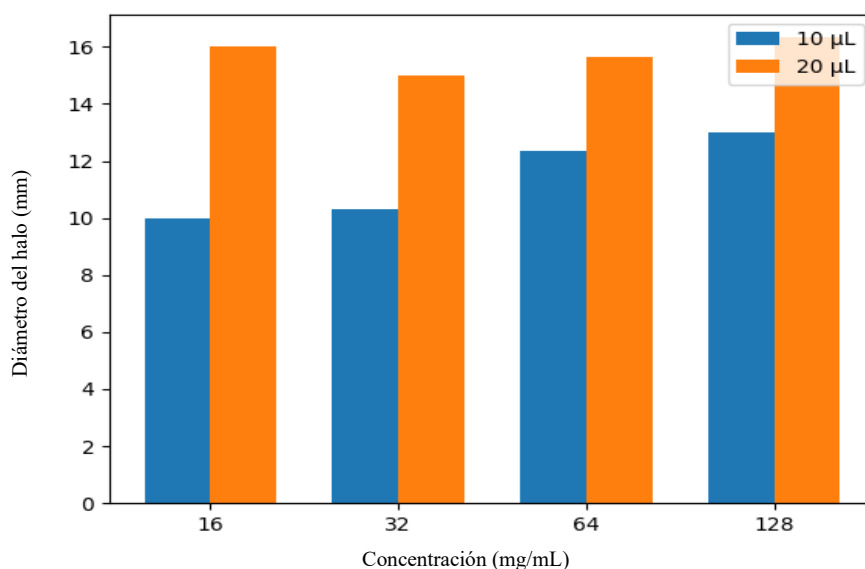


Figura 18. Actividad antifúngica de extractos acuosos de hoja de *Inga edulis* frente a *Hexagona sp.*

El valor máximo fue 16,3 mm mientras que el mínimo a 10,3 mm. En general, la dosis de 20 μ L presento mayores halos en comparación con 10 μ L, mostrando dependencia de la concentración (mg/mL).

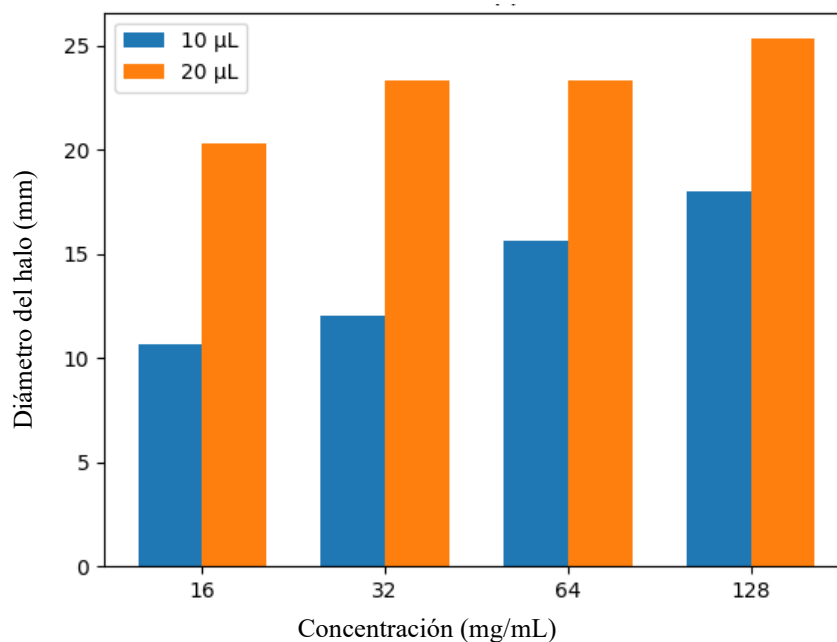


Figura 19. Actividad antifúngica de extractos acuosos de hoja de *Inga edulis* frente a *Ganoderma applanatum*.

El valor máximo fue 25,3 mm, mientras que el mínimo a 10,7 mm, en general la dosis de 20 µL presenta mayores halos en comparación con 10 µL, mostrando dependencia de la concentración (mg/mL).

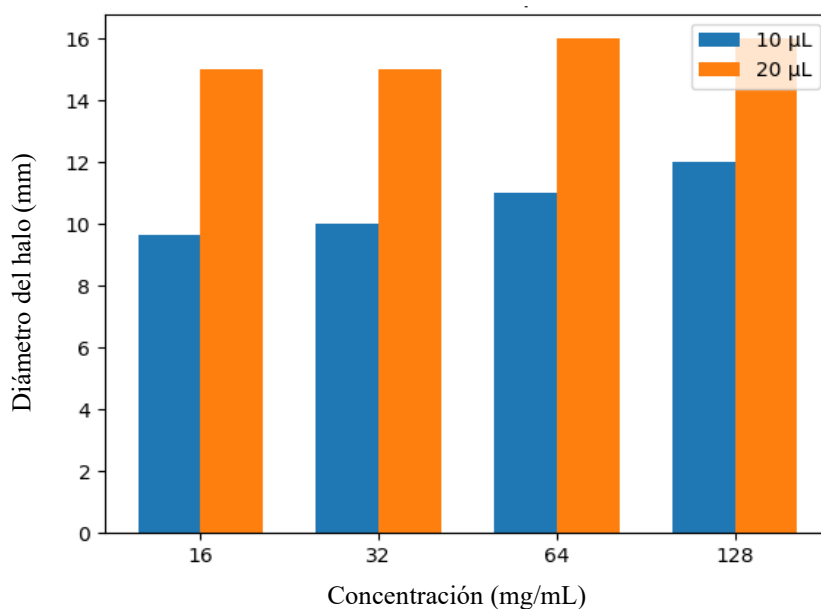


Figura 20. Actividad antifúngica de extracto acuoso de hojas de *Inga edulis* frente a *Trametes sp.*

El valor máximo de 16,0 mm, mientras que el mínimo fue cercano a 9,7 mm, en dosis de 20 µL presentan variabilidad significativa.

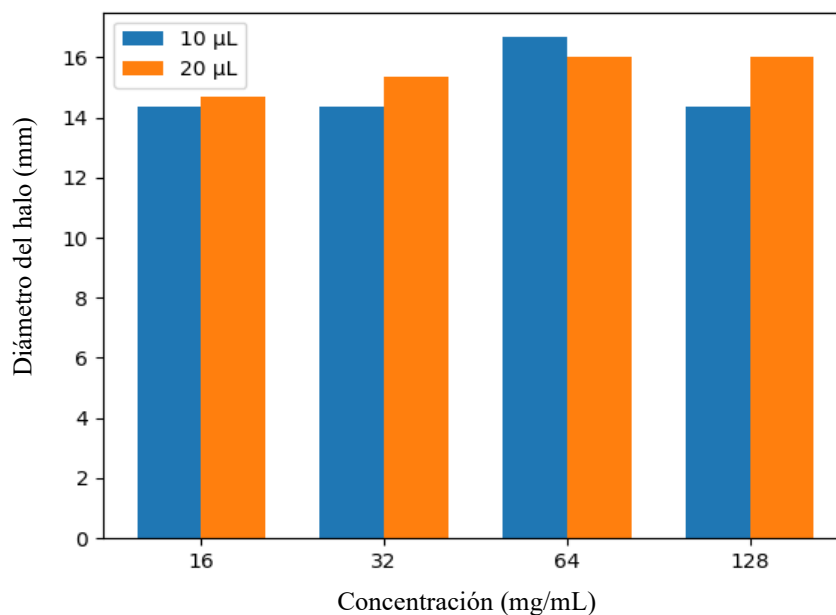


Figura 21. Actividad antifúngica de extractos acuosos de hoja de *Inga edulis* frente a *Rigidoporus lineatus*.

En valor máximo fue 16,7 mm, mientras que el mínimo fue 14,3 mm, en general la dosis de 20 µL presento mayores halos en comparación con 10 µL, mostrando variabilidad equitativa en ambas concentraciones (mg/mL)

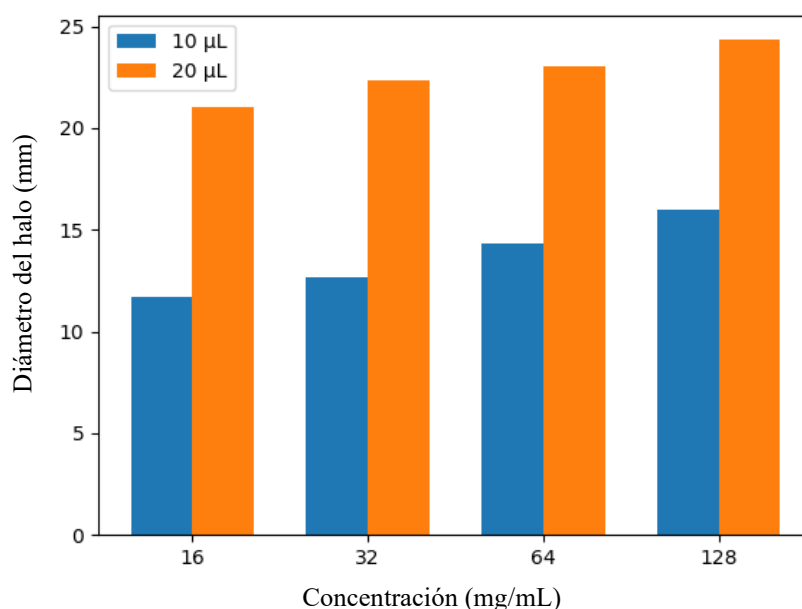


Figura 22. Actividad antifúngica de extractos acuosos de hoja de *Inga edulis* frente a *Cookeina tricoloma*.

El valor máximo fue 24,3 mm, mientras que el mínimo 11,7 mm, en general la dosis de 20 µL presento mayores halos en comparación con 10 µL, mostrando dependencia de la concentración (mg/mL).

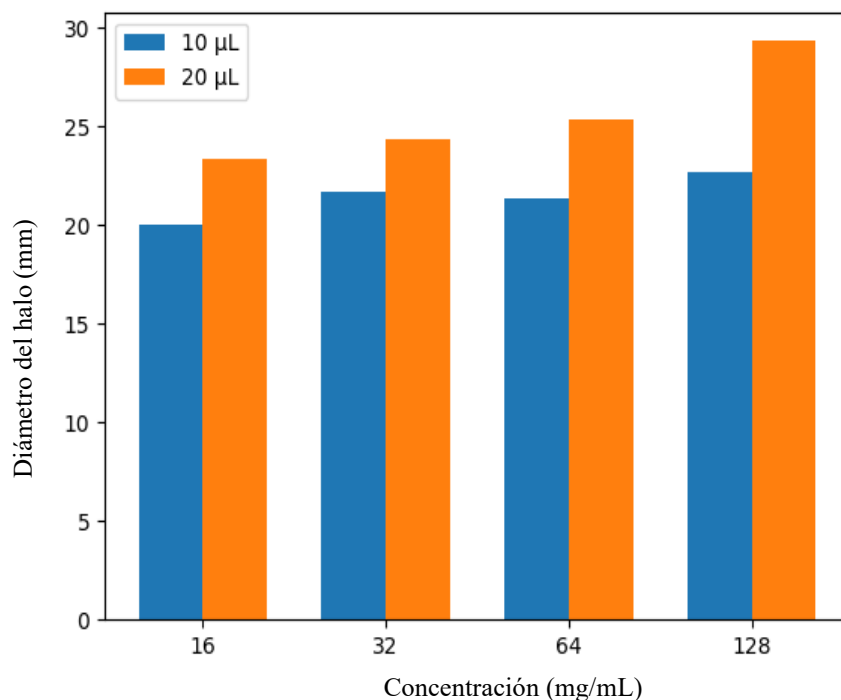


Figura 23. Actividad antifúngica de extracto acuoso de hoja frente a *Trametes elegans*.

El valor máximo fue 29,3 mm, mientras que el mínimo fue 20,0 mm; en general la dosis de 20 µL, en la cual muestra dependencia de la concentración (mg/mL).

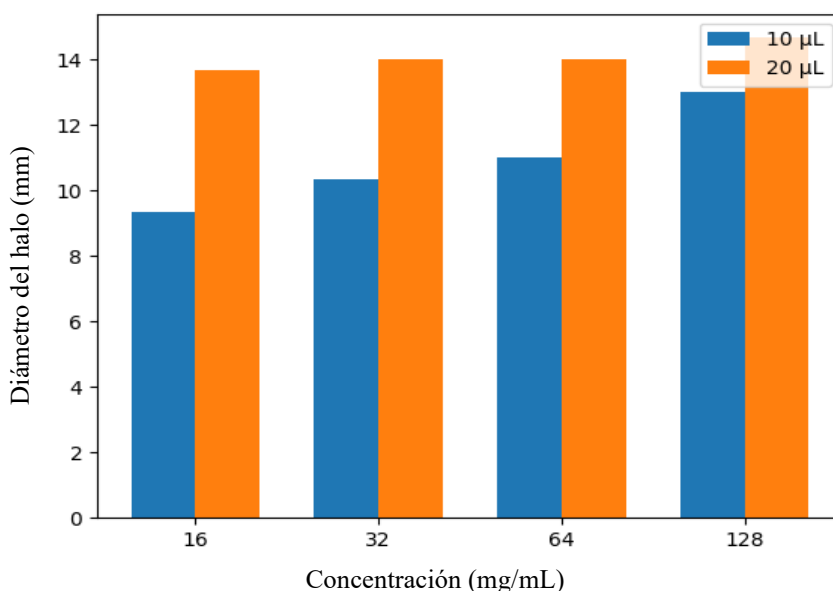


Figura 24. Actividad antifúngica de extractos acuosos de hoja de *Inga edulis* frente a *Oudemansiella canarii*.

El valor máximo fue 14,7 mm, mientras que el mínimo fue 9,3 mm; en general la dosis de 20 µL, en la cual muestra dependencia de la concentración (mg/mL).

Tabla 9. Valores promedios del halo de inhibición (mm) - extracto acuoso (hojas).

Cepa	Dosis (μL)	Concentración mínima (mg/mL)	Halo (mm)	Dosis (μL)	Concentración máxima (mg/mL)	Halo (mm)
<i>Hexagona sp.</i>	10	16	10,0	20	128	16,3
<i>Ganoderma applanatum</i>	10	16	10,7	20	128	25,3
<i>Trametes sp.</i>	10	16	9,7	20	64	16,0
<i>Rigidoporus lineatus</i>	1	16	14,3	10	64	16,7
<i>Cookeina tricholoma</i>	10	16	11,7	20	128	24,3
<i>Trametes elegans</i>	10	16	20,0	20	128	29,3
<i>Oudemansiella canarii</i>	10	16	9,3	20	128	14,7

Se muestra los valores promedios del halo de inhibición por cepa evaluada del extracto acuoso de hoja. El menor halo registrado fue 9,3 mm en *Oudemansiella canarii* (10 μL, 16 mg/mL), mientras que el mayor correspondió a 29,3 mm en *Trametes elegans* (20 μL, 128 mg/mL). En general, los halos máximos se observan a 20 μL y en concentraciones elevadas (64 – 128 mg/mL), evidenciando mayor actividad antifúngica bajo estas condiciones. Las especies con mayores valores de inhibición fueron *Trametes elegans* y *Ganoderma applanatum*, mientras que *Oudemansiella canarii* presentó la menor susceptibilidad relativa (**Tabla 9**).

Tabla 10. ANOVA factorial (Cepa × Concentración × Dosis) – extracto acuoso (hoja).

Factor	F	gl	p valor	ηp2
Cepa	500,57	6,112	<0,001	0,964
Concentración	92,52	3,112	<0,001	0,712
Dosis	1406,7	1,112	<0,001	0,926
Cepa × Concentración	5,86	18,112	<0,001	0,485
Cepa × Dosis	74,71	6,112	<0,001	0,8
Concentración × Dosis	3,82	3,112	0,012	0,093
Cepa × Concentración × Dosis	3,09	18,112	<0,001	0,332

El ANOVA trifactorial muestra efectos significativos de Cepa ($F=500,57$, $p<0,001$, $\eta^2=0,964$), Concentración ($F=92,52$, $p<0,001$, $\eta^2=0,712$) y Dosis ($F=1406,70$, $p<0,001$, $\eta^2=0,926$) sobre el halo de inhibición del extracto acuoso de hoja. Asimismo, se identifican interacciones significativas entre los factores, incluyendo la interacción triple Cepa × Concentración × Dosis ($F=3,09$, $p<0,001$), lo que indica que la respuesta antifúngica varía según la especie y la combinación experimental. La interacción Concentración × Dosis fue significativa ($p=0,012$), aunque con tamaño de efecto pequeño ($\eta^2=0,093$).

Tabla 11. Resumen de comparaciones significativas (Tukey) – extracto acuoso (hoja).

Cepa	Dosis (μL)	Diámetro de inhibición (mm)	Tendencia observada
<i>Ganoderma applanatum</i>	20	23,0	Incremento significativo con mayor concentración.
<i>Cookeina tricholoma</i>	20	22,7	Diferenciación a 20 μL.
<i>Trametes elegans</i>	10	21,4	Diferencia significativa en concentración de 128 mg/mL.
<i>Trametes elegans</i>	20	25,6	Sensibilidad a 128 mg/mL.

Las comparaciones múltiples de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció diferencias significativas entre dosis de cada combinación Cepa $\times$ Dosis. En ambas dosis, las diferencias más frecuentes involucraron la concentración máxima (128 mg/mL), confirmando un comportamiento concentración-dependiente del extracto acuoso de hoja. Las mayores diferencias de halo se registraron en *Ganoderma applanatum* (23 mm a 20 μL) y en *Trametes elegans* (25,6 mm a 20 μL), evidenciando sensibilidad a mayor concentración (Tabla 11).

4.3.2. Extractos crudos de corteza de *Inga edulis*

4.3.2.1. Extractos metanólicos

La actividad antifúngica de los extractos de corteza ha sido muy variada, desde el total de inhibición fúngica hasta notoria resistencia de las cepas.

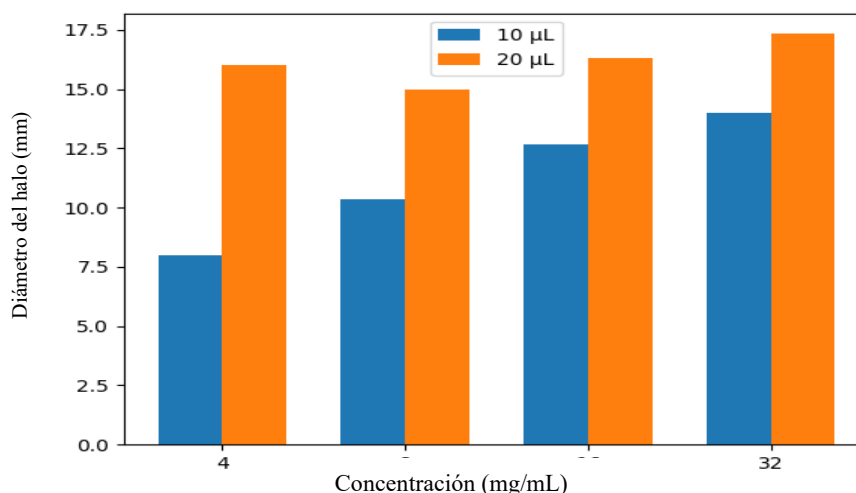


Figura 25. Actividad antifúngica de extractos metanólicos de corteza de *Inga edulis* frente a *Hexagona sp.*

El halo de inhibición oscila entre 8 y 17,3 mm, en general, la dosis de 20 μL presentó mayores valores respecto a 10 μL, observándose incremento progresivo con la concentración.

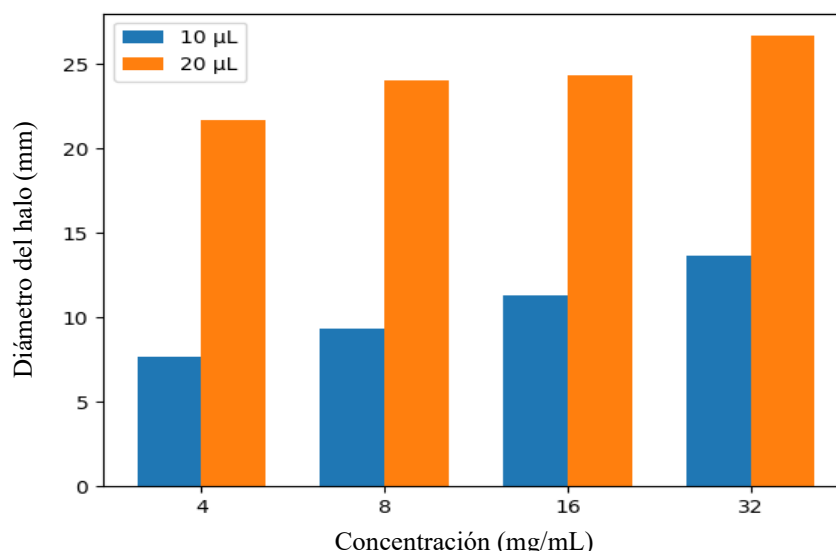


Figura 26. Actividad antifúngica de extractos metanólicos de corteza de *Inga edulis* frente a *Ganoderma applanatum*.

El halo de inhibición oscila entre 7,7 y 26,7 mm. En general, la dosis de 20 µL presenta mayores valores, observándose incremento progresivo con la concentración (**Figura 26**).

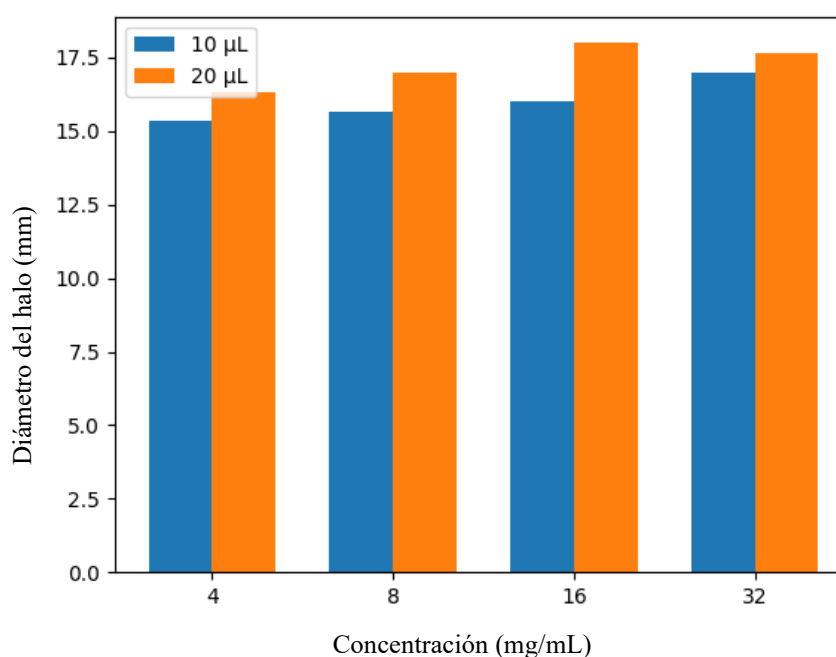


Figura 27. Actividad antifúngica de extractos metanólicos de corteza de *Inga edulis* frente a *Trametes sp.*

El halo de inhibición oscila entre 15,3y 18,0 mm. En general, la dosis de 20 µL presenta mayores valores respecto a 10 µL, observándose incremento progresivo con la concentración (**Figura 27**).

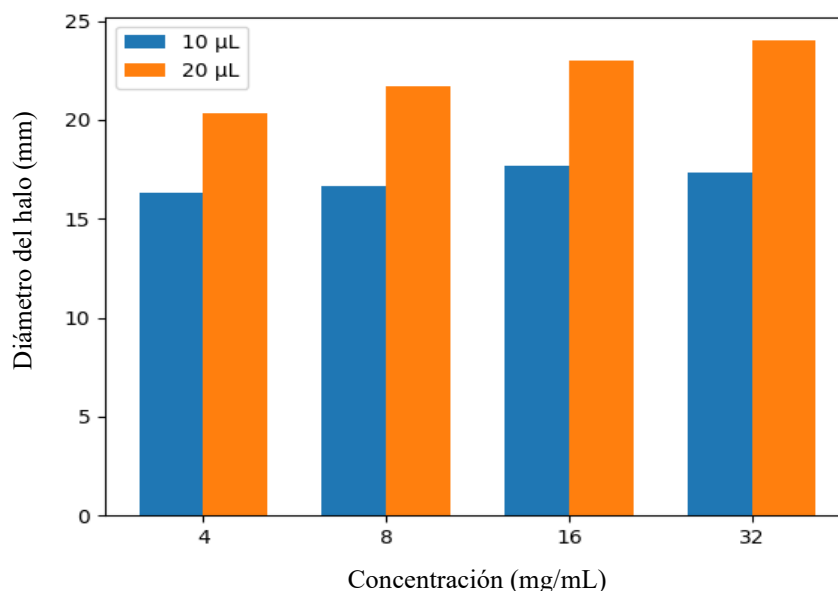


Figura 28. Actividad antifúngica de extractos metanólicos de corteza de *Inga edulis* frente a *Rigidoporus lineatus*.

El halo de inhibición oscila entre 16,3 y 24,00 mm. En general, la dosis de 20 µL presentó mayores valores, observándose incremento progresivo con la concentración (**Figura 28**).

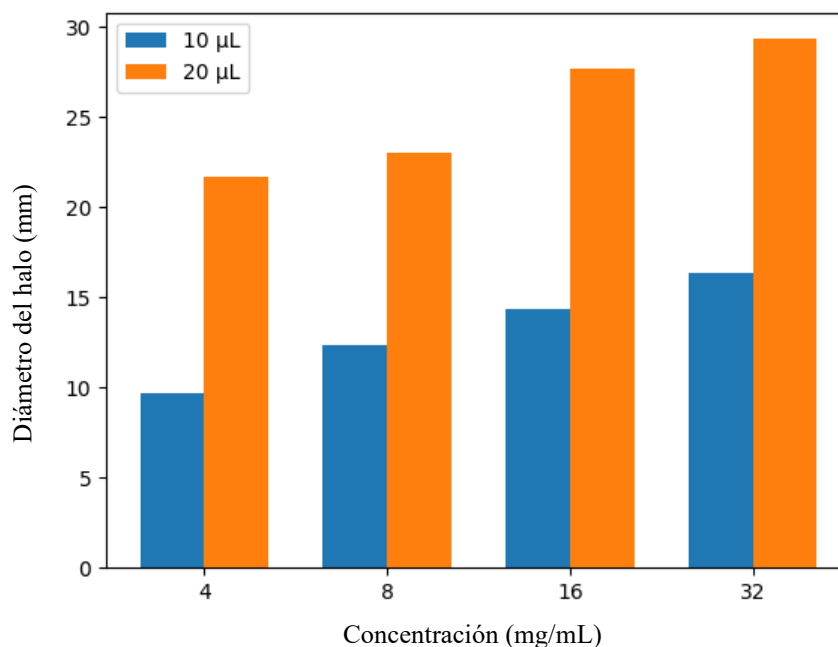


Figura 29. Actividad antifúngica de extractos metanólicos de corteza de *Inga edulis* frente a *Cookeina tricoloma*.

El halo de inhibición oscila entre 9,7 y 29,3 mm. En general, la dosis de 20 µL presenta mayores valores, observando incremento altamente progresivo con la concentración (**Figura 29**).

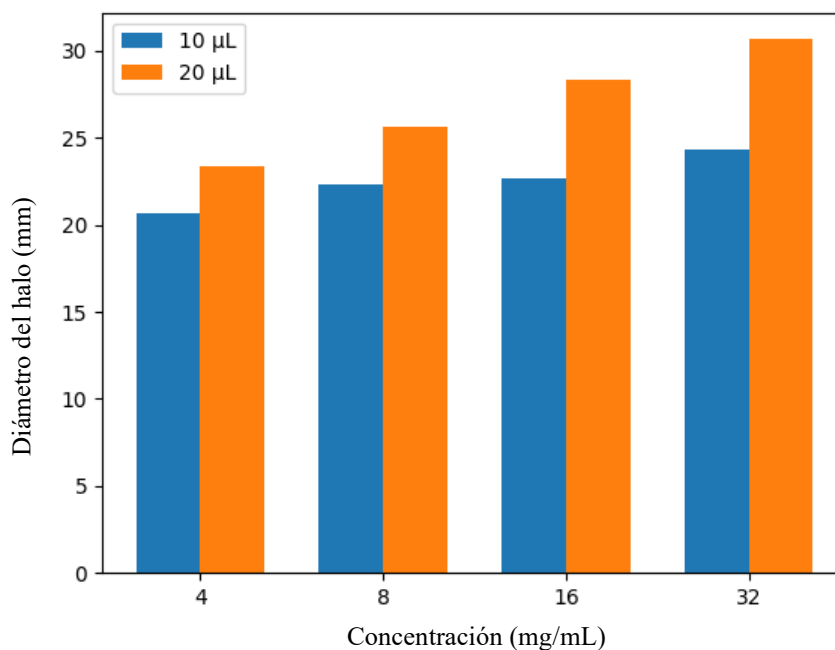


Figura 30. Actividad antifúngica de extracto metanólico de corteza de *Inga edulis* frente a *Trametes elegans*.

El halo de inhibición oscila entre 20,7 y 30,7 mm. En general, la dosis de 20 µL presenta mayores valores respecto a 10 µL, observándose incremento progresivo con la concentración (Figura 30).

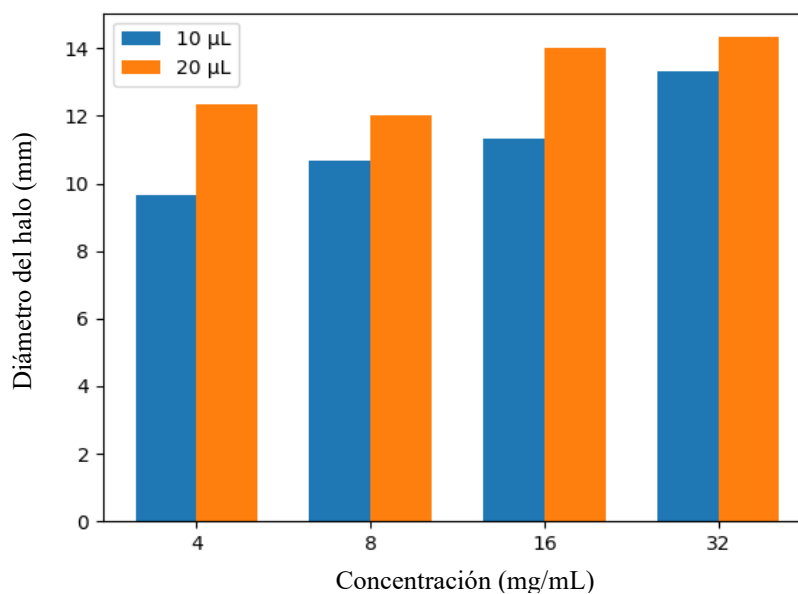


Figura 31. Actividad antifúngica de extracto metanólico de corteza de *Inga edulis* frente a *Oudemansiella canarii*.

El halo de inhibición oscila entre 9,7 y 14,3 mm. En general, la dosis de 20 µL presenta mayores valores respecto a 10 µL, observándose incremento progresivo con la concentración (Figura 31).

Tabla 12. Valores promedios del halo de inhibición (mm) – extracto metanólico (corteza).

Cepa	Dosis (μL)	Concentración mínima (mg/mL)	Halo (mm)	Dosis (μL)	Concentración máxima (mg/mL)	Halo (mm)
<i>Hexagona sp.</i>	10	4	8,0	20	32	17,3
<i>Ganoderma applanatum</i>	10	4	7,7	20	32	26,7
<i>Trametes sp.</i>	10	4	15,3	20	16	18,0
<i>Rigidoporus lineatus</i>	10	4	16,3	20	32	24,0
<i>Cookeina tricholoma</i>	10	4	9,7	20	32	29,3
<i>Trametes elegans</i>	10	4	20,67	20	32	30,67
<i>Oudemansiella canarii</i>	10	4	9,67	20	32	14,33

La **Tabla 12** resume por cepa, las condiciones que registran el menor y mayor halo de inhibición del extracto metanólico de corteza. En el conjunto de tratamientos, el valor mínimo es 7,7 mm en *Ganoderma applanatum* (dosis 10 μL; 4 mg/mL), mientras que el máximo 30,7 mm en *Trametes elegans* (dosis 20 μL; 32 mg/mL). En general, los máximos se evidencian a 20 μL y a concentraciones altas (16–32 mg/mL), destacando *Trametes elegans* (30,7 mm) y *Cookeina tricholoma* (29,3 mm) como los mayores halos, mientras que *Ganoderma applanatum* registra el menor valor mínimo (7,7 mm).

Tabla 13. ANOVA factorial (Cepa × Concentración × Dosis) – extracto metanolico (corteza).

Factor	F	gl	p-valor	ηp ²
Cepa	398,97	6,112	<0,001	0,955
Concentración	128,77	3,112	<0,001	0,775
Dosis	1584,1	1,112	<0,001	0,934
Cepa × Concentración	4,83	18,112	<0,001	0,437
Cepa × Dosis	135,78	6,112	<0,001	0,879
Concentración × Dosis	0,8	3,112	0,495	0,021
Cepa × Concentración × Dosis	2,79	18,112	<0,001	0,309

El ANOVA trifactorial muestra efectos principales significativos de Cepa, Concentración y Dosis sobre el halo de inhibición ($p < 0,001$) del extracto metanólico corteza. La cepa presenta el mayor efecto estadístico ($\eta^2 = 0,955$) seguida de la dosis ($\eta^2 = 0,934$) y la concentración ($\eta^2 = 0,775$), evidenciando fuerte influencia de estos factores. Las interacciones Cepa × Concentración, Cepa × Dosis y la interacción triple son significativas, lo que indica que la respuesta antifúngica depende de la especie y la combinación experimental. La interacción Concentración × Dosis no es significativa ($p = 0,495$), sugiriendo que el efecto de la dosis fue consistente a través de las concentraciones evaluadas (**Tabla 13**).

Tabla 14. Resumen de comparaciones (Tukey) – extracto metanólico (corteza).

Cepa	Dosis (μL)	Diámetro de inhibición (mm)	Tendencia observada
<i>Ganoderma applanatum</i>	20	24,2	Efecto a 32 mg/mL
<i>Rigidoporus lineatus</i>	20	22,3	Respuesta significativa a 20 μL
<i>Cookeina tricholoma</i>	20	25,4	Diferenciación a 20 μL
<i>Trametes elegans</i>	10	22,5	Concentración respuesta evidente
<i>Trametes elegans</i>	20	27	Sensibilidad a 32 mg/mL

La prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció diferencias significativas entre dosis dentro de cada combinación Cepa $\times$ Dosis para el extracto metanólico de corteza. En ambas dosis, las diferencias más frecuentes involucran a 20 μL, Las mayores diferencias de halo se observaron en *Cookeina tricholoma* y *Trametes elegans* a 20 μL, alcanzando valores superiores (Tabla 14).

4.3.2.2. Extractos etanólicos

Los extractos etanólicos evidenciaron completa actividad de inhibición de desarrollo fúngi frente a 7 cepa.

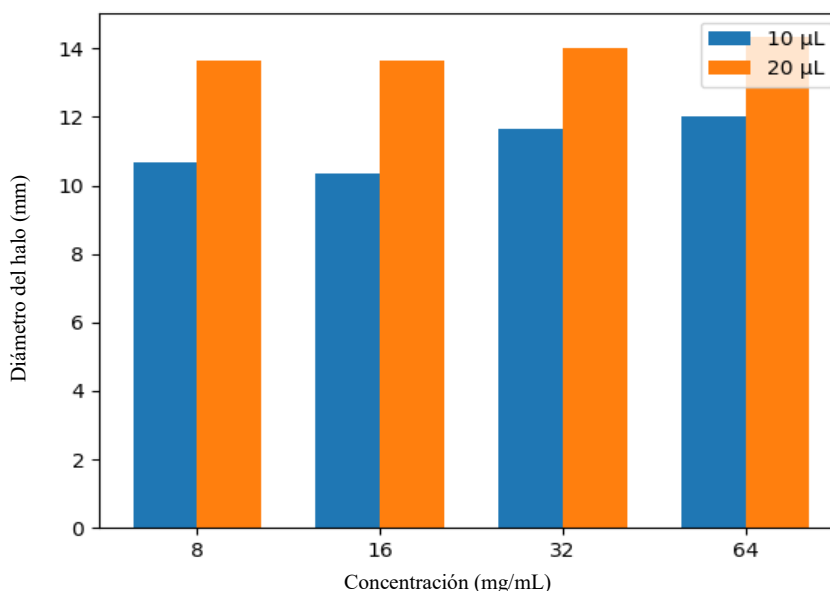


Figura 32. Actividad antifúngica de extractos etanólicos de corteza de *Inga edulis* frente a *Hexagona sp.*

Para la cepa 1 *Hexagona sp.*, el halo de inhibición oscila entre 10,3 y 14,3 mm. La dosis de 20 μL presento valores superiores en todas las concentraciones, se observa incremento progresivo del halo con el aumento de concentración (Figura 32).

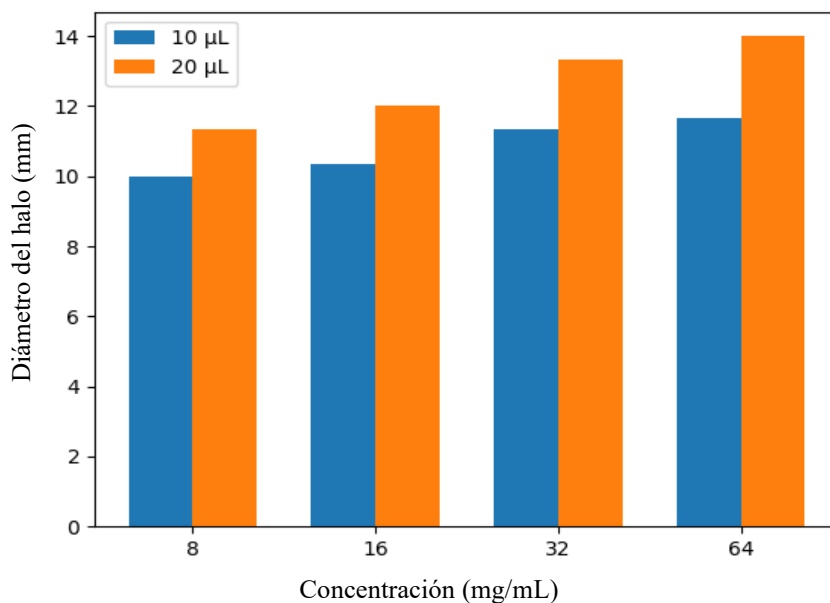


Figura 33. Actividad antifúngica de extractos etanólicos de corteza de *Inga edulis* frente a *Ganoderma applanatum*.

El halo de inhibición oscila entre 10,0 y 14,0 mm. La dosis de 20 µL presenta valores superiores en todas las concentraciones. Se observa incremento progresivo del halo con el aumento de la concentración (**Figura 33**).

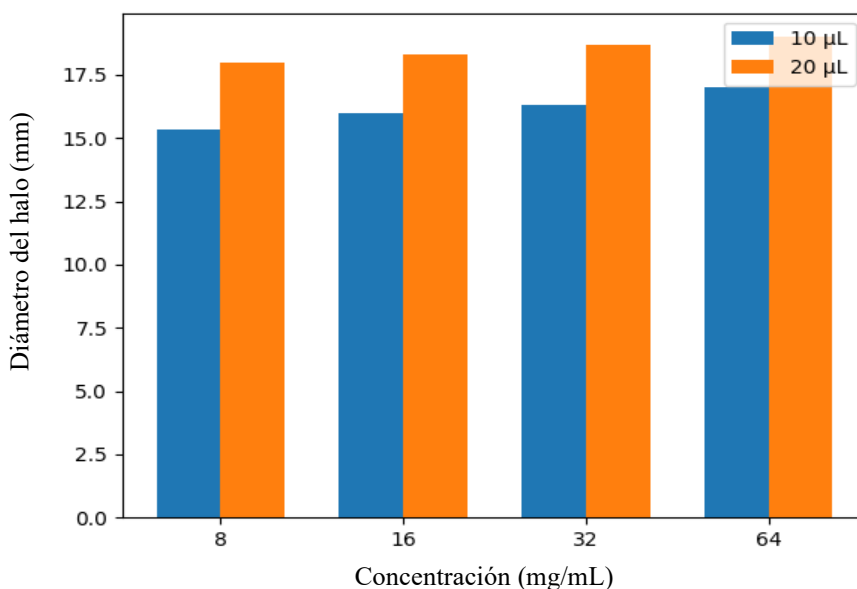


Figura 34. Actividad antifúngica de extractos etanólicos de corteza de *Inga edulis* frente a *Trametes sp.*

El halo de inhibición oscilo entre 15,3 y 19,0 mm, la dosis de 20 µL presentó valores superiores en todas las concentraciones. Se observó incremento progresivo del halo con el aumento de la concentración (**Figura 34**).

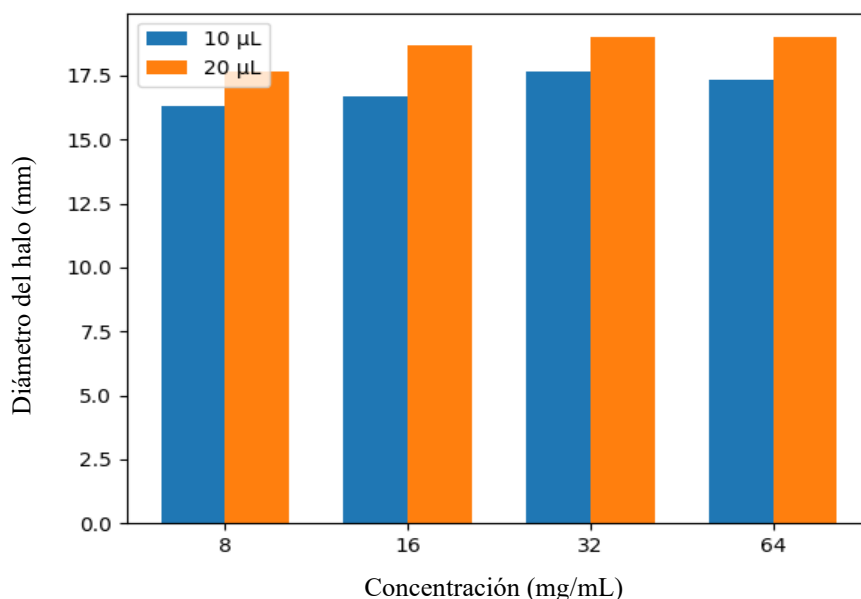


Figura 35. Actividad antifúngica de extractos etanólicos de corteza de *Inga edulis* frente a *Rigidoporus lineatus*.

El halo de inhibición osciló entre 16,3 y 19,0 mm. La dosis de 20 µL presentó valores superiores en todas las concentraciones. Se observó incremento progresivo del halo con el aumento de la concentración. (**Figura 35**).

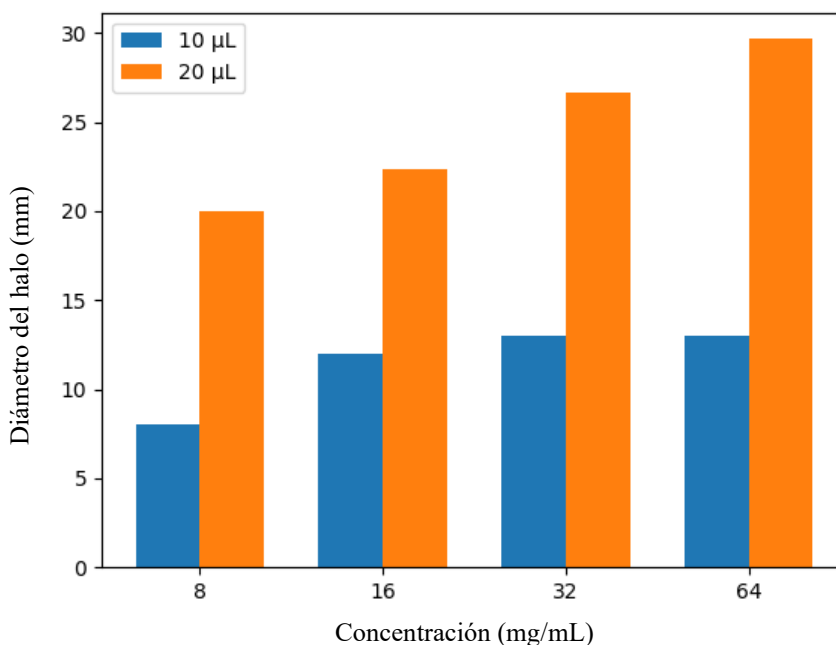


Figura 36. Actividad antifúngica de extractos etanólicos de corteza de *Inga edulis* frente a *Cookeina tricoloma*.

El halo de inhibición osciló entre 8, y 29,7 mm. La dosis de 20 µL presentó valores superiores en todas las concentraciones. Se observó incremento progresivo del halo con el aumento de la concentración (**Figura 36**).

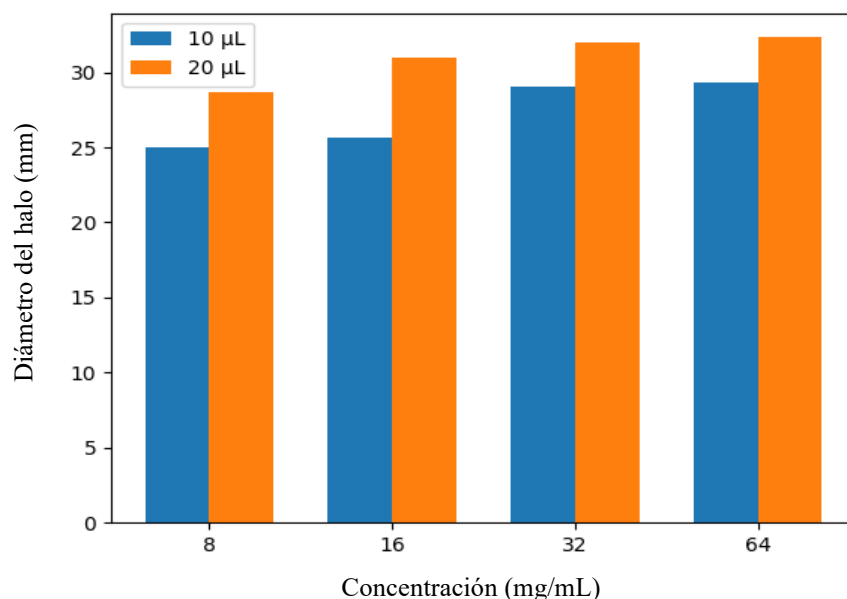


Figura 37. Actividad antifúngica de extractos etanólicos de corteza de *Inga edulis* frente a *Trametes elegans*.

El halo de inhibición osciló entre 25 y 32,3 mm. La dosis de 20 µL presentó valores superiores en todas las concentraciones. Se observó incremento progresivo del halo con el aumento de la concentración (**Figura 37**).

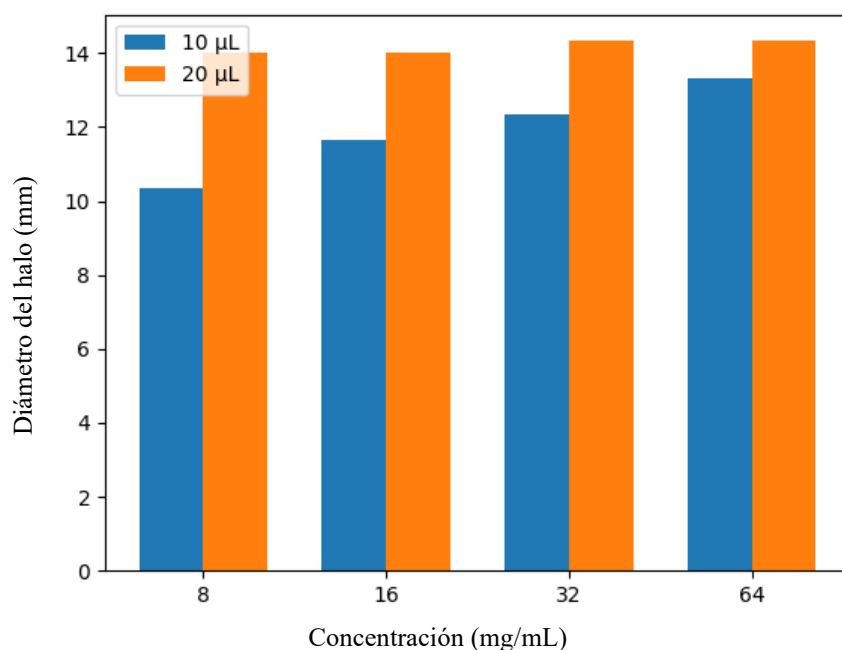


Figura 38. Actividad antifúngica de extractos etanólicos de corteza de *Inga edulis* frente a *Oudemansiella canarii*.

El halo de inhibición osciló entre 10,3 y 14,3 mm. La dosis de 20 µL presentó valores superiores en todas las concentraciones. Se observó incremento progresivo del halo con el aumento de la concentración (**Figura 38**).

Tabla 15. Valores promedios del halo de inhibición (mm) – extracto etanólico (corteza).

Cepa	Dosis (μL)	Concentración mínima (mg/mL)	Halo (mm)	Dosis (μL)	Concentración máxima (mg/mL)	Halo (mm)
<i>Hexagona sp.</i>	10	16	10,3	20	64	14,3
<i>Ganoderma applanatum</i>	10	8	10,	20	64	14,0
<i>Trametes sp.</i>	10	8	15,3	20	64	19,0
<i>Rigidoporus lineatus</i>	10	8	16,3	20	32	19,0
<i>Cookeina tricholoma</i>	10	8	8,0	20	64	29,7
<i>Trametes elegans</i>	10	8	25,00	20	64	32,33
<i>Oudemansiella canarii</i>	10	8	10,33	20	32	14,33

El halo de inhibición varió entre 8,0 mm (*Cookeina tricholoma*, 10 μL; 8 mg/mL) y 32,3 mm (*Trametes elegans*, 20 μL; 64 mg/mL) del extracto etanólico corteza. Los mayores valores se registraron principalmente a 20 μL y en concentraciones altas (32–64 mg/mL), destacando *Trametes elegans* (32,3 mm) y *Cookeina tricholoma* (29,67 mm). El menor valor correspondió a *Cookeina tricholoma* (8,00 mm), evidenciando variabilidad entre cepas (**Tabla 15**).

Tabla 16. Resumen ANOVA factorial (Cepa × Concentración × Dosis) – extracto etanólico (corteza).

Factor	F	gl	p-valor	ηp ²
Cepa	738,06	6,112	<0,001	0,975
Dosis	571,11	1,112	<0,001	0,836
Concentración	52,66	3,112	<0,001	0,585
Cepa × Concentración	88,8	6,112	<0,001	0,826
Cepa × Dosis	5,53	18,112	<0,001	0,471
Concentración × Dosis	0,18	3,112	0,910	0,005
Cepa × Concentración × Dosis	2,22	18,112	<0,001	0,263

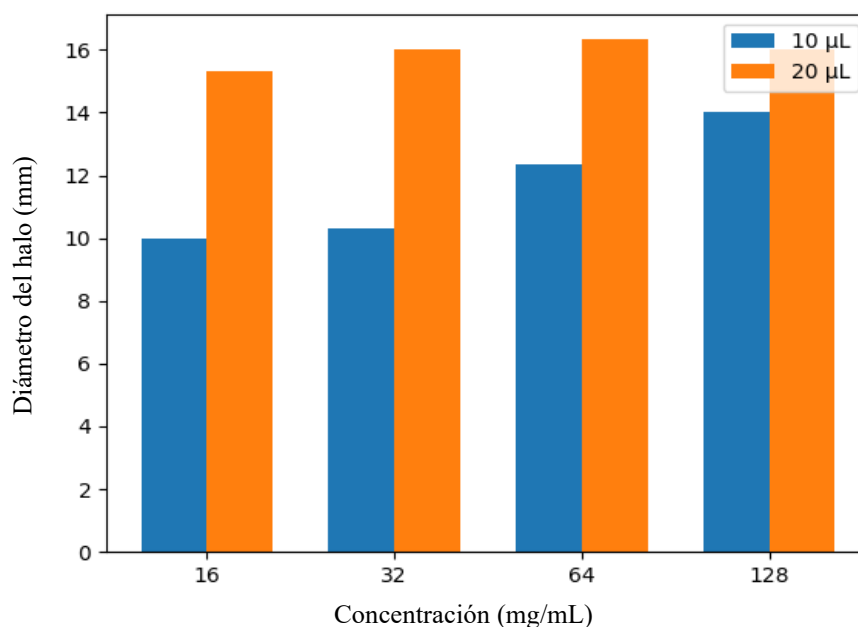
El ANOVA trifactorial mostró efectos principales significativos cepa, concentración y dosis del extracto etanólico de corteza. Asimismo, se observaron interacciones significativas Cepa × Concentración, Cepa × Dosis y la interacción triple ($p < 0,01$), indicando que la respuesta antifúngica dependió de la especie y de la combinación experimental. La interacción Concentración × Dosis no fue significativa ($p = 0,910$).

Tabla 17. Resumen de comparaciones significativas (Tukey) – extracto etanólico (corteza).

Cepa	Dosis (μL)	Diámetro de inhibición (mm)	Tendencia observada
<i>Cookeina tricholoma</i>	20	24,8	Diferenciación a 20 μL
<i>Trametes elegans</i>	10	27,3	Concentración evidente
<i>Trametes elegans</i>	20	31,1	Concentración a 64 mg/mL

La prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció diferencias significativas dentro de cada combinación Cepa $\times$ Concentración $\times$ Dosis para el extracto etanólico de corteza. Las diferencias más frecuentes involucraron las concentraciones altas (64 mg/mL), confirmando un comportamiento concentración-dependiente. Las mayores diferencias de halo se observaron en *Cookeina tricholoma* a 20 μL , lo que indica una elevada sensibilidad al incremento de la concentración del extracto etanólico de corteza (**Tabla 17**).

4.3.2.3. Extractos acuosos

**Figura 39.** Actividad antifúngica de extractos acuosos de corteza de *Inga edulis* frente a *Hexagona sp.*

El halo de inhibición varió entre 10,0 y 16,3 mm. Se observó tendencia creciente con el incremento de la concentración (mg/mL), y la dosis de 20 μL presentó valores superiores en la mayoría de las condiciones. (**Figura 39**).

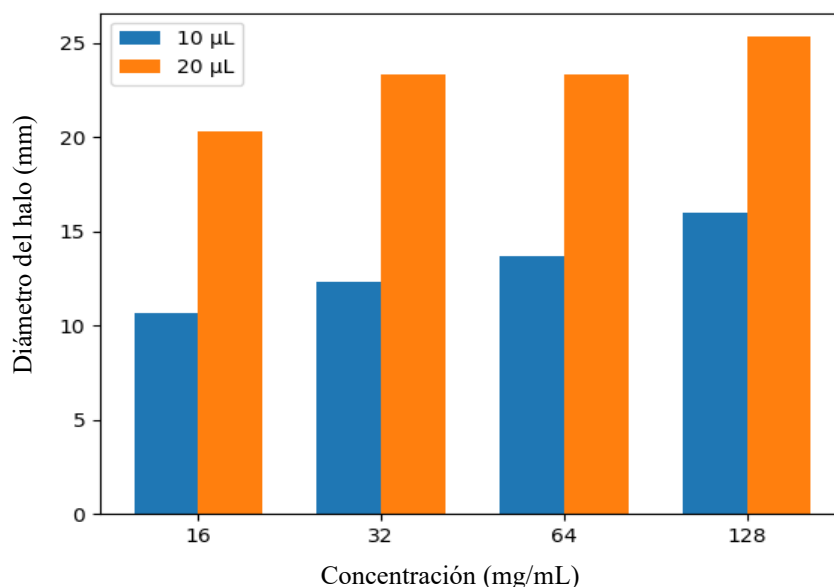


Figura 40. Actividad antifúngica de extractos acuosos de corteza de *Inga edulis* frente a *Ganoderma applanatum*.

El halo de inhibición varió entre 10,7 y 25,3 mm. Se observó tendencia creciente con el incremento de la concentración (mg/mL), y la dosis de 20 µL presentó valores superiores en la mayoría de las condiciones. (Figura 40).

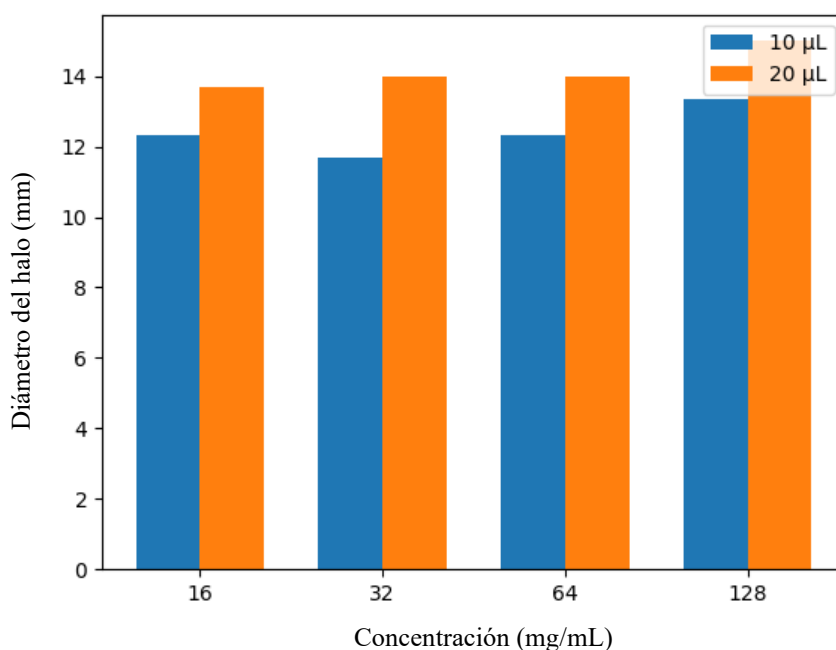


Figura 41. Actividad antifúngica de extractos acuosos de corteza de *Inga edulis* frente a *Trametes sp.*

El halo de inhibición varió entre 11,7 y 15,0 mm. Se observó tendencia creciente con el incremento de la concentración (mg/mL), y la dosis de 20 µL presentó valores superiores en la mayoría de las condiciones (Figura 41).

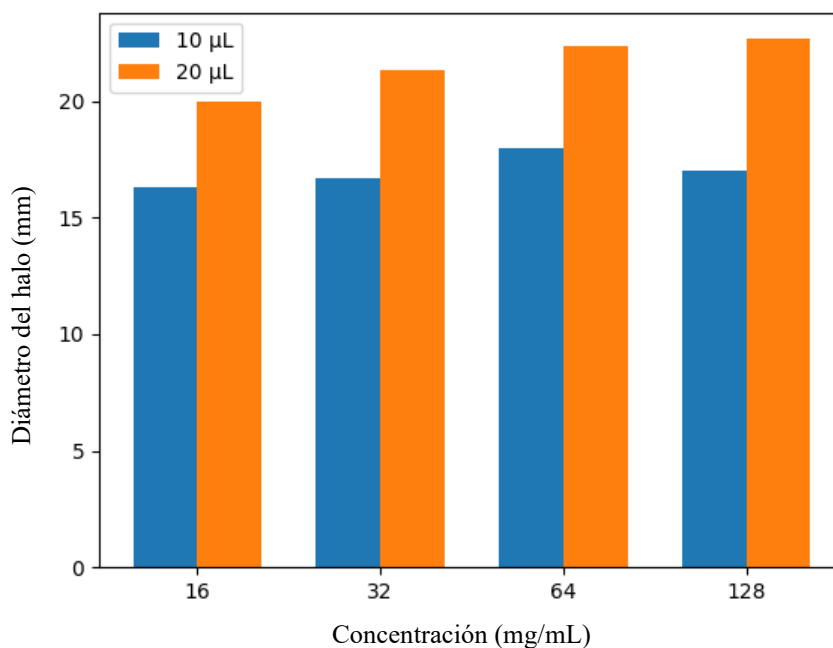


Figura 42. Actividad antifúngica de extractos acuosos de corteza de *Inga edulis* frente a *Rigidoporus lineatus*.

El halo de inhibición varió entre 16,3 y 22,7 mm. Se observó tendencia creciente con el incremento de la concentración (mg/mL), y la dosis de 20 µL presentó valores superiores en la mayoría de las condiciones (**Figura 42**).

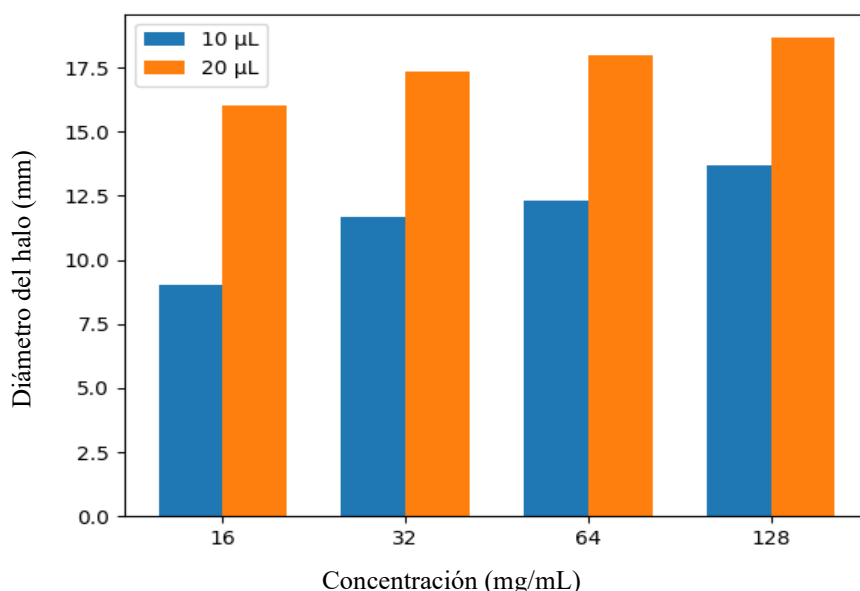


Figura 43. Actividad antifúngica de extractos acuosos de corteza de *Inga edulis* frente a *Cookeina tricoloma*.

El halo de inhibición varió entre 9,0 y 18,7 mm. Se observó tendencia creciente con el incremento de la concentración, y la dosis de 20 µL presentó valores superiores en la mayoría de las condiciones.

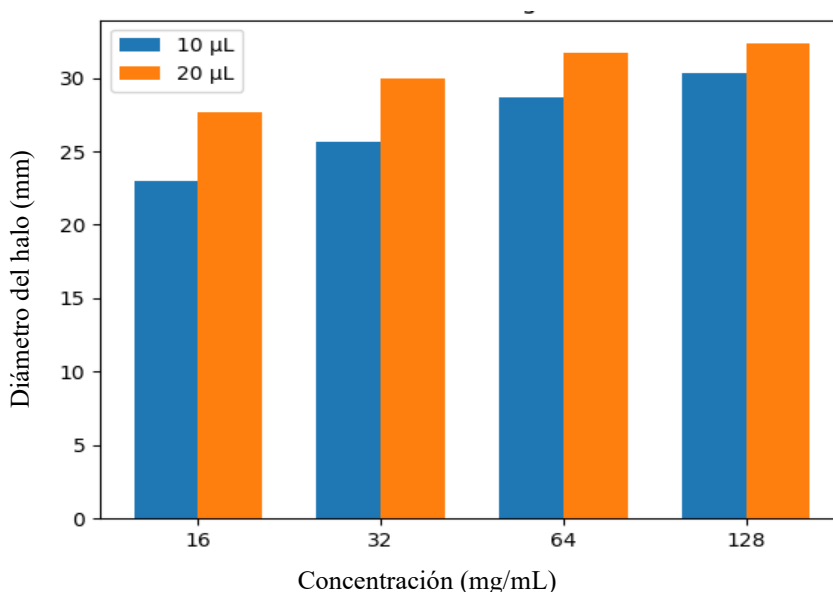


Figura 44. Actividad antifúngica de extractos acuosos de corteza de *Inga edulis* frente a *Trametes elegans*.

El halo de inhibición varió entre 23,0 y 32,3 mm. Se observó tendencia creciente con el incremento de la concentración (mg/mL), y la dosis de 20 µL presentó valores superiores en la mayoría de las condiciones.

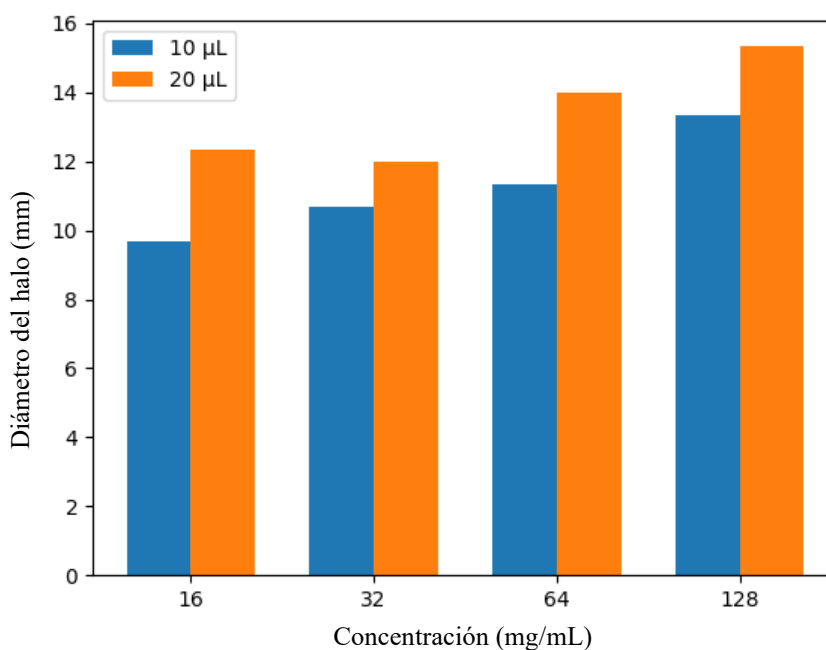


Figura 45. Actividad antifúngica de extractos acuosos de corteza de *Inga edulis* frente a *Oudemansiella canarii*.

El halo de inhibición varió entre 9,7 y 15,3 mm. Se observó tendencia creciente con el incremento de la concentración (%), y la dosis de 20 µL presentó valores superiores en la mayoría de las condiciones (**Figura 45**).

Tabla 18. Valores promedios del halo de inhibición (mm) – extracto acuoso (corteza).

Cepa	Dosis (μL)	Concentración mínima (mg/mL)	Halo (mm)	Dosis (μL)	Concentración máxima (mg/mL)	Halo (mm)
<i>Hexagona sp.</i>	10	16	10,0	20	64	16,3
<i>Ganoderma applanatum</i>	10	16	10,7	20	128	25,3
<i>Trametes sp.</i>	10	32	11,7	20	128	15,0
<i>Rigidoporus lineatus</i>	10	16	16,3	20	128	22,7
<i>Cookeina tricholoma</i>	10	16	9,0	20	128	18,7
<i>Trametes elegans</i>	10	16	23,0	20	128	32,3
<i>Oudemansiella canarii</i>	10	16	9,7	20	128	15,3

Los valores del halo oscilaron entre 9,0 mm (*Cookeina tricholoma*, 10 μL; 16 mg/mL) y 32,3 mm (*Trametes elegans*, 20 μL; 128 mg/mL) del extracto acuoso de corteza. Los mayores halos se registraron principalmente a 20 μL y 128 mg/mL, destacando *Trametes elegans* (32,3 mm) y *Ganoderma applanatum* (25,3 mm). El menor valor correspondió a *Cookeina tricholoma* (9,0 mm), evidenciando variabilidad entre cepas. (Tabla 18).

Tabla 19. Resumen ANOVA factorial (Cepa × Concentración × Dosis) – extracto acuoso (corteza).

Factor	F	gl	p-valor	ηp ²
Cepa	1043,6	6,112	<0,001	0,982
Concentración	115,91	3,112	<0,001	0,756
Dosis	1179,6	1,112	<0,001	0,913
Cepa × Concentración	5,64	18,112	<0,001	0,476
Cepa × Dosis	60,69	6,112	<0,001	0,765
Concentración × Dosis	3,29	3,112	0,023	0,081
Cepa × Concentración × Dosis	1,74	18,112	<0,001	0,219

El ANOVA trifactorial (Tabla 19) mostró efectos principales significativos de Cepa, Concentración y Dosis sobre el halo de inhibición ($p < 0,001$) del extracto acuoso corteza. El mayor tamaño de efecto correspondió a Cepa ($\eta p^2 = 0,982$), seguido de Dosis ($\eta p^2 = 0,913$) y Concentración ($\eta p^2 = 0,756$), evidenciando fuerte influencia de estos factores. Las interacciones Cepa × Concentración y Cepa × Dosis fueron altamente significativas, y la interacción triple

también resultó significativa ($p=0,042$), indicando que la respuesta antifúngica dependió de la especie y de la combinación experimental. La interacción Concentración $\times$ Dosis fue significativa, pero con tamaño de efecto pequeño ($\eta^2=0,081$).

Tabla 20. Resumen de comparaciones significativas (Tukey) – extracto acuoso (corteza).

Cepa	Dosis (μL)	Diámetro de inhibición (mm)	Tendencia observada
<i>Ganoderma applanatum</i>	20	23,1	Diferencia significativa a concentración de 128 mg/mL
<i>Rigidoporus lineatus</i>	20	21,6	Respuesta significativa a 20 μL
<i>Trametes elegans</i>	10	27,0	Sensibilidad a 128 mg/mL
<i>Trametes elegans</i>	20	30,4	Sensibilidad a 128 mg/mL

La prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció diferencias significativas. En ambas dosis muestran un comportamiento concentración dependiente. Las mayores diferencias de halo se observaron en *Trametes elegans* a 20 μL con diámetro de 30,4 mm, lo que evidencia una elevada sensibilidad al incremento de la concentración del extracto acuoso de corteza (**Tabla 20**).

Tabla 21. Valores promedios de la sensibilidad (halo de inhibición ≥ 20 mm) de cepas indicadoras frente a extractos crudos de hojas y corteza a dosis de 20 μL .

Cepa	Met-OH Hoja	Met-OH Corteza	Eta-OH Hoja	Eta-OH Corteza	H ₂ O Hoja	H ₂ O Corteza
<i>Ganoderma applanatum</i>	-	24,2	-	-	23	23,1
<i>Rigidoporus lineatus</i>	21,5	22,3	21,6	-	-	21,6
<i>Cookeina tricholoma</i>	21,5	25,4	25,6	24,8	22,7	-
<i>Trametes elegans</i>	23,5	24,8	27,2	29,2	23,5	29,0

* Valores expresados como halo máximo de inhibición (mm).

En la **Tabla 21** se presentan los valores promedio de sensibilidad (halo de inhibición ≥ 20 mm) de las cepas indicadoras frente a los extractos crudos de hojas y corteza de *Inga edulis*, evaluados a una dosis de 20 μL . En términos generales, los diámetros de inhibición oscilaron entre 21 y 29 mm, lo que evidencia una actividad antifúngica significativa en todos los extractos evaluados, independientemente del solvente utilizado (metanólico, etanólico o acuoso) y de la parte vegetal empleada. Se observa que *Trametes elegans* presentó los mayores valores de

inhibición, alcanzando hasta 29,2 mm en el extracto etanólico de corteza, seguido de valores elevados en corteza y en extractos acuosos. De manera similar, *Cookeina tricholoma* mostró una alta sensibilidad, con halos superiores a 21,5 mm en distintos extractos, lo que sugiere una elevada susceptibilidad frente a los compuestos bioactivos presentes en la especie evaluada. En contraste, *Rigidoporus lineatus* y *Ganoderma applanatum* mostraron respuestas más variables, aunque aún dentro del rango considerado de actividad significativa.

Estos resultados son consistentes con lo reportado por Mendoza *et al.* (2022), quienes observaron halos de inhibición entre 23 y 26 mm en extractos etanólicos de *Solanum hispidum*, confirmando que los extractos vegetales ricos en metabolitos secundarios pueden generar actividad antifúngica comparable o incluso superior a la observada en este estudio. De manera complementaria, Cáceres Iparraguirre *et al.* (2025) reportaron que múltiples extractos vegetales presentan capacidad inhibitoria frente a hongos fitopatógenos *in vitro*, lo cual respalda la efectividad observada en el presente trabajo frente a hongos de pudrición blanca.

Asimismo, la variabilidad en la sensibilidad fúngica observada entre especies puede explicarse por diferencias estructurales y fisiológicas propias de cada hongo. En este sentido, Pinto *et al.* (2010) señalan que factores como el contenido de quitina, glucanos y la presencia de enzimas protectoras influyen directamente en la resistencia de los hongos frente a agentes antifúngicos. Esto podría explicar por qué especies como *Trametes elegans* y *Cookeina tricholoma* muestran mayor sensibilidad, mientras que otras presentan respuestas más moderadas.

4.4. Establecimiento de patrón de concentración inhibidora mínima de los extractos crudos de *Inga edulis* sobre cepas indicadores de fungi de la pudrición blanca

CIM para Cepa 1 *Hexagona sp.*:

Met H^{R, 10}, EtH^{R, 10}, AcH^{R, 10}, MetH^{R, 20}, EtH^{R, 20}, AcH^{R, 20}, Met C^{R, 10}, EtC^{R, 10}, AcC^{R, 10}, MetC^{I, 20}, EtC^{R, 20}, AcC^{R, 20}

CIM para Cepa 2 *Ganoderma applanatum*:

Met H^{R, 10}, EtH^{R, 10}, AcH^{I64, I128, 10}, MetH^{R, 20}, EtH^{R, 20}, AcH^{S16-128, 20}, Met C^{R, 10}, EtC^{R, 10}, AcC^{I, 10}, MetC^{S, 20}, EtC^{R, 20}, AcC^{S, 20}

CIM para Cepa 3 *Trametes sp*:

Met H^{R, 10}, EtH^{I, 10}, AcH^{R, 10}, MetH^{R, 20}, EtH^{I, 20}, AcH^{S, 20}, Met C^{I, 10}, EtC^{I, 10}, AcC^{R, 10}, MetC^{I, 20}, EtC^{I, 20}, AcC^{I, 20}

CIM para Cepa 4 *Rigidoporus lineatus*:

Met H^{R, 10}, EtH^{R, 10}, AcH^{I, 10}, MetH^{S, 20}, EtH^{S, 20}, AcH^{S, 20}, Met C^{I, 10}, EtC^{I, 10}, AcC^{R, 10}, MetC^{I, 20}, EtC^{I, 20}, AcC^{I, 20}

CIM para Cepa 5 *Cookeina tricholoma*:

Met H^{R, 10}, EtH^{S32, S64, 10}, AcH^{I, 10}, MetH^{S, 20}, EtH^{S16, S32, S64, 20}, AcH^{S16-128, 20}, Met C^{R, 10}, EtC^{I, 10}, AcC^{S, 10}, MetC^{S, 20}, EtC^{S, 20}, AcC^{R, 20}

CIM para Cepa 6 *Trametes elegans*:

Met H^{S4-32, 10}, EtH^{S8-64, 10}, AcH^{S16-128, 10}, MetH^{S4-32, 20}, EtH^{S8-64, 20}, AcH^{S16-128, 20}, Met C^{S, 10}, EtC^{S, 10}, AcC^{S, 10}, MetC^{S, 20}, EtC^{S, 20}, AcC^{S, 20}

CIM para Cepa 7 *Oudemansiella canarii*:

Met H^{R, 10}, EtH^{R, 10}, AcH^{R, 10}, MetH^{R, 20}, EtH^{R, 20}, AcH^{R, 20}, Met C^{R, 10}, EtC^{R, 10}, AcC^{R, 10}, MetC^{I, 20}, EtC^{R, 20}, AcC^{R, 20}

El establecimiento del patrón de concentración inhibitoria mínima (CIM) evidenció que la actividad antifúngica de los extractos crudos de hojas y corteza de *Inga edulis* frente a hongos de pudrición blanca depende de manera directa del tipo de extracto, el órgano vegetal utilizado y la dosis aplicada. En términos generales, se observó que los extractos metanólicos y etanólicos presentaron actividad inhibitoria a concentraciones menores en comparación con los extractos acuosos, lo que sugiere una mayor eficiencia en la extracción de compuestos bioactivos con potencial antifúngico en solventes orgánicos.

Asimismo, se evidenció una marcada variabilidad en la respuesta de las siete cepas evaluadas, lo que indica diferencias en los niveles de susceptibilidad frente a los extractos. Cepas como *Trametes elegans* y *Cookeina tricholoma* mostraron una mayor sensibilidad, evidenciando inhibición incluso a concentraciones relativamente bajas, mientras que otras como *Ganoderma applanatum* y *Oudemansiella canarii* presentaron respuestas más variables o dependientes de concentraciones más elevadas. Este comportamiento sugiere que la eficacia del extracto no es uniforme, sino que está fuertemente influenciada por la fisiología y capacidad adaptativa de cada hongo.

Estos resultados son consistentes con lo reportado por Roca (2019), quien determinó que los extractos metanólicos y etanólicos presentan mayor efectividad antifúngica y antibacteriana que los extractos acuosos, alcanzando inhibición del crecimiento fúngico a concentraciones del orden de 250 mg/mL. De manera similar, dicho autor evidenció que los extractos de corteza suelen presentar una mayor actividad biológica que los de hoja, lo que podría atribuirse a una mayor acumulación de metabolitos secundarios en tejidos estructurales de la planta.

Por lo tanto, los resultados obtenidos sugieren que los extractos de *Inga edulis* contienen compuestos bioactivos con capacidad inhibitoria frente a hongos lignocelulolíticos, siendo más efectivos aquellos obtenidos mediante solventes orgánicos. Este comportamiento es coherente con la tendencia observada en estudios previos, donde la presencia de metabolitos como flavonoides, taninos y compuestos fenólicos se asocia con una mayor capacidad antifúngica.

V. CONCLUSIONES

1. Se aislaron siete (7) cepas de hongos causantes de pudrición blanca a partir de troncos de árboles localizados en el BRUNAS y el Jardín Botánico.
2. Se prepararon extractos vegetales crudos metanólicos, etanólicos y acuosos a partir de hojas y corteza de *Inga edulis*, evidenciando la viabilidad del uso de diferentes solventes para la obtención de compuestos bioactivos con potencial antifúngico.
3. Se determinó la actividad antifúngica de los extractos en cuatro concentraciones, observándose una respuesta diferencial según la dosis. A 20 µL, se registró mayor sensibilidad en *Ganoderma applanatum*, *Cookeina tricholoma* y *Trametes elegans* frente a los extractos metanólicos, etanólicos y acuosos; asimismo, los extractos obtenidos de hojas lograron inhibir el crecimiento de *Rigidoporus lineatus*.
4. La cepa *Trametes elegans* presentó sensibilidad total frente a todos los extractos evaluados, independientemente del tipo de solvente y del órgano vegetal utilizado de *Inga edulis*.
5. El patrón de Concentración Inhibitoria Mínima (CIM) evidenció que la actividad antifúngica de los extractos de *Inga edulis* depende del tipo de extracto, del órgano vegetal y de la concentración, destacando los extractos metanólicos y etanólicos por su mayor eficacia a menores dosis, lo que confirma su potencial antifúngico selectivo frente a las cepas evaluadas.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Realizar estudios de identificación taxonómica y molecular de hongos del género *Hexagona*, debido a la recolección de múltiples morfotipos con características similares.
2. Realizar estudios de actividad antifúngica con diferentes especies forestales para lograr preservar.
3. Proponer investigaciones orientadas al aislamiento, purificación e identificación de metabolitos secundarios responsables de la actividad antifúngica de *Inga edulis*, mediante técnicas cromatográficas y espectroscópicas, con el fin de determinar los compuestos activos implicados en el efecto inhibitorio.
4. Evaluar el potencial de *Inga edulis* en aplicaciones biotecnológicas, como el desarrollo de agentes de biocontrol frente a hongos degradadores de madera, considerando su eficacia frente a especies como *Trametes elegans*.

VII. REFERENCIAS

- Blanchette, R., Jurgens, J., Held, B., Arenz, B., & Smith, J. (2005). *Procesos de degradación y caracterización molecular de hongos destructores de la madera*. Academia Internacional de Ciencias de la Madera.
- Cáceres Iparraguirre, H., Bendezu Ramos, A., Chávez Orellana, H., Surco-Laos, F., & García C., J. A. (2025). Actividad antifúngica de extractos vegetales contra *Botrytis cinerea*, *Lasiodiplodia theobromae* y *Fusarium sp.*: Eficacia en el control de *Erysiphe necator* y efecto fitotóxico en semillas de trigo. *Scientia Agropecuaria*, 16(4), 521-539. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2025.040>
- Clinical and Laboratory Standards Institute. (2026). *Performance standards for antimicrobial susceptibility testing*. 36th ed. CLSI supplement M100.
- Chaparro, D., & Rosas, D. (2006). *Aislamiento y evaluación de la actividad enzimática de hongos descomponedores de madera en la Reserva Natural La Montaña del Ocaso-Colombia* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio Institucional Javeriana. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8268/tesis250.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cobián, G. (2007). *Evaluación de extractos de las hojas de Gliricidia sepium en la inhibición de Staphylococcus aureus y Candida albicans* [Tesis de pregrado, Instituto Politécnico Nacional]. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada.
- Cuadro, A. (2010). *Evaluación antibacteriana de metabolitos secundarios de extractos de cepas híbridas de Pleurotus spp.* [Tesis de pregrado, Instituto Politécnico Nacional]. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología.
- Del Águila, R., Macedo, P., Gutiérrez, W., Vásquez, J., & Alva, A. (2013). In vitro determination of antibacterial activity of ethanolic and aqueous extract *Brosimum rubescens* (palisangre) by agar diffusion method. *Conocimiento Amazónico*, 4(2), 97–106.
- Dobislaw, E. (2004). *Métodos industriales para la fabricación alcohólica*. Reverté.
- Dueñas, G. (2015). *Evaluación de la capacidad fitorremediadora de Inga edulis Mart. en un área degradada por minería aurífera en el distrito de Inambari, provincia de Tambopata, región de Madre de Dios* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional

- Amazónica de Madre de Dios]. Repositorio UNAMAD. <https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/117/004-2-3-040.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. (2026). *Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters*. EUCAST.
- Fogel, R. (1997). *¿Qué son los hongos?* Herbario entre montañas. Recuperado el 6 de enero de 2024, de <https://www.usu.edu/herbarium/education/fun-facts-about-fungi/what-are-fungi/>
- Grupo de Filogenia de Angiospermas IV. (2016). Una actualización de la clasificación del Grupo de Filogenia de Angiospermas para los órdenes y familias de plantas con flores. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(1), 1–20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-hill.
- Heymann, D. L. (2011). *Control de las enfermedades transmisibles* (19.^a ed.). Organización Panamericana de la Salud.
- Holdridge, L. R. (1982). *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Huamani, M., & Ruiz, J. (2005). *Determinación de la actividad antifúngica contra Candida albicans y Aspergillus niger de 10 plantas medicinales de 3 departamentos del Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/03/880033/determinacion-de-la-actividad-antifungica-contra-candida-albica_X89AK3e.pdf
- Huanquis, L., & León, M. (2015). *Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos metanólicos de las hojas y flores de la especie vegetal mastuerzo (Tropaeolum majus L.) frente al crecimiento de microorganismos (Escherichia coli y Staphylococcus aureus)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio UNCP. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1259/HUANQUIS%20ALBINACORTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Imán, L. (2023). *Actividad inhibidora in vitro de hojas y frutos inmaduros de Inga edulis Mart. y hojas de Laportea aestuans L. sobre glucosidasa* [Tesis de pregrado, Universidad

- Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio UNAP. https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/9058/Luis_Tesis_Titulo_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Kuhar, F., Castiglia, V., & Papinutti, L. (2013). Reino fungi: morfología y estructura de los hongos. *Boletín Biológica*, (28), 11–18.
- Lizcano, A., & Vergara, J. (2008). *Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos y/o aceites esenciales de las especies vegetales Valeriana pilosa, Hesperomeles ferruginea, Myrcianthes rhopaloides y Passiflora manicata frente a microorganismos patógenos y fitopatógenos* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio Javeriana. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8688/tesis151.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Madigan, M. T., & Parker, J. (2012). *Brock biology of microorganisms* (9th ed.). Prentice Hall.
- Manzano, P., Jamie, L., Hernández, F., Méndez, L., Elva, M., Córdova, E., & López, E. (2015). Reactivación morfológica de algunas especies de dermatofitos y su sensibilidad a antifúngicos. *Revista Mexicana de Micología*, 41, 47–53.
- Mendoza, C., Fuertes, C., & Jahuir, M. (2022). Análisis fitoquímico preliminar y actividad antifúngica *in vitro* del extracto etanólico de las hojas de *Solanum hispidum* Pers. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 39(3), 321–328. <https://doi.org/10.17843/rpmpesp.2022.393.11381>
- Miranda, E., Espinosa, J., Centurión, D., Velázquez, R., & Alor, M. (2012). Actividad microbiana de extractos de *Psidium friedrichsthalianum*, *Pterocarpus hayesii*, *Tynanthus guatemalensis* y *Spondias purpurea*. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 11.
- Muñoz, J., Ramos, D., Alvarado, U., & Castañeda, C. (2007). Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 73(3), 142–149.
- Nacz, M., & Shahidi, F. (2004). Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, 1054, 95–111.
- Ocares, M. (2012). *Acción antimicrobiana de extractos crudos de especies de plantas nativas sobre Escherichia coli y Salmonella spp.* [Tesis de pregrado, Universidad Austral de

- Chile]. Repositorio Institucional UACH.
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2012/fao.15a/doc/fao.15a.pdf>
- Ortiz, D. (2014). *Aislación e identificación de hongos de pudrición de maderas de alta durabilidad natural utilizadas en viviendas de la comuna de Achao, Chile* [Tesis de pregrado, Universidad de Valparaíso]. Repositorio Bibliotecas UV.
https://repositoriobibliotecas.uv.cl/bitstream/handle/uvsc1/2990/Ortiz%20Gajardo%2C%20Daniela_Aislaci%C3%B3n%20e%20identificaci%C3%B3n%20de%20hongos%20de%20pudrici%C3%B3n%20de%20maderas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Paquirachin, Y. Y., y Paco, P, J. C. (2022). *Efecto antifúngico in vitro del extracto hidroalcohólico de la corteza de Calycophyllum spruceanum (Benth.) frente a Candida albicans* [Tesis de pregrado, Universidad María Auxiliadora]. Repositorio UMA.
<https://repositorio.uma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12970/11119/TESIS%20LLAMO-DEL%20CARPIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pinedo, M. (2011). *Identificación de macrohongos lignícolas del Jardín Botánico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
<https://repositorio.unas.edu.pe/items/7e5793b3-deae-40f3-a67f-119f521a0ae6>
- Pinto, E., Silva, L., Cavaleiro, C., & Salgueiro, L. (2009). Antifungal activity of essential oils and their constituents against *Candida* species. *Journal of Medical Microbiology*, 58(11), 1454–1462.
- Pointing, S. (2001). Feasibility of bioremediation by white rot fungi. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 57(1–2), 20–33. <https://doi.org/10.1007/s002530100745>
- Ramos, L. L., Castañeda, C., & Ibáñez, V. (2008). Evaluación de la capacidad antioxidante de plantas medicinales peruanas nativas e introducidas. *Revista Académica Peruana de Salud*, 15(1), 42–46.
- Roca, M. F. (2019). *Actividad bactericida y fungicida de tres tipos de extractos de hojas y corteza de capirona (Calycophyllum spruceanum (Benth.) Hook.f. ex Schumann), Tingo María* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS.
https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1431/MFRC_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Rodríguez, J. (2011). *Efecto de diferentes profundidades de remoción del suelo e incorporación de biomasa vegetal en el crecimiento de guaba (Inga edulis Mart.) en suelos degradados (ex cicales) de Supte San Jorge, Tingo María* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/562/T.FRS-164.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Scott, G. (2025). *Actividad antifúngica in vitro del extracto etanólico de las cortezas de Iryanthera juruensis Warb., Virola calophylla Warb. y Vismia amazonica Ewan, contra Malassezia furfur ATCC 14521* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. Repositorio Institucional UPCH. <https://hdl.handle.net/20.500.12866/17625>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (2025). *Condiciones climáticas, hidrológicas y ambientales en la región Huánuco, Ucayali y provincia de Tocache (Perú)*. Dirección Zonal.
- Silva, E., Rogez, H., da Silva, I., & Larondelle, Y. (2013). Improvement of flavonoid desorption from *Inga edulis* using macroporous resin: Towards a new model for bioactive compound concentration. *Food and Bioproducts Processing*, 91(4), 558–564. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2012.11.005>
- Stevenson, P. C., Nicolson, S. W., & Wright, G. A. (2017). Plant–pollinator interactions: Secondary metabolites in nectar and their impacts on pollinators and ecological functions. *Functional Ecology*, 31(1), 65–75.
- Sulca, T. (2010). *Determinación de la actividad antimicrobiana de los extractos de Acmella repens (botoncillo), Urtica dioica (ortiga negra) y Sonchus oleraceus (kana yuyo), plantas registradas en la parroquia La Esperanza–Imbabura, sobre Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa y Candida albicans, causantes de enfermedades bucofaríngeas* [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica del Ejército]. Repositorio ESPE. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2648/1/T-ESPE-030037.pdf>
- United States Pharmacopeial Convention (USP). (2020). *United States Pharmacopeia and National Formulary (USP-NF)*. USP
- Venturoso, L. R., Bacchi, L. M. A., Gavassoni, W. L., Conus, L. A., Pontim, B. C. A., & Bergamin, A. C. (2011). Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos. *Summa Phytopathologica*, 37(1), 18–23. <https://doi.org/10.1590/S0100-54052011000100003>

Verdeguer, M. (2011). *Fitotoxicidad de aceites esenciales y extractos acuosos de plantas mediterráneas para el control de arvenses* [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio Institucional UPV. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13827/tesisUPV3665.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Anexo A. Formato de registro de muestras e identificación taxonómica.

Código:	Fecha:
Especie:	
.....	
Localidad:	
.....	
Coordenadas:	
.....	
Recolector:	

Figura 46. Registro de fungi.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES



LABORATORIO DE MICOLOGÍA Y TECNOLOGÍA DE LA PROPAGACIÓN

El que suscribe, jefe del Laboratorio de Micología y Tecnología de la Propagación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – UNAS – Tingo María:

CERTIFICA

Que, **NORDITH PANDURO SOTO**, ha solicitado la identificación de un grupo de muestras de hongos provenientes de la zona de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, como parte del desarrollo de la Tesis Titulada: **“ACTIVIDAD ANTIFUNGICA DE EXTRACTOS CRUDOS DE HOJA Y CORTEZA DE *Inga edulis* Mart SOBRE FUNGI DE LA PUDRICION BLANCA”**. Las muestras de géneros y especies fueron identificadas mediante material fotográfico y se ordenaron de acuerdo con el Sistema de Clasificación de Linneo. Para la identificación se utilizó el catálogo de Espinoza *et al.* (2006) hongos de Allpahuayo-Mishana y de Wright y Albertó (2006) Guía de los hongos de la región pampeana. La lista se detalla a continuación:

N°	CÓDIGO	FAMILIA	ESPECIE
1	H001	POLYPORACEAE	<i>Hexagona sp.</i>
2	H002	GANODERMATACEAE	<i>Ganoderma applanatum</i>
3	H003	POLYPORACEA	<i>Trametes sp.</i>
4	H004	MERUPILACEAE	<i>Rigidoporus lineatus</i>
5	H005	SARCOSCYPACEAE	<i>Cookeina tricholoma</i>
6	H006	POLYPORACEAE	<i>Trametes elegans</i>
7	H007	PHYSALACRIACEAE	<i>Oudemansiella canarii</i>

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada para los fines que estime conveniente.

Tingo María, 20 de diciembre de 2024.


 Dr. Ladislao Ruiz Rengifo
 Jefe Laboratorio de Micología y Tecnología
 de la Propagación
 Universidad Nacional Agraria de la Selva
 Tingo María

Figura 47. Constancia de identificación de fungis.

Anexo B. Ubicación de las especies recolectadas.

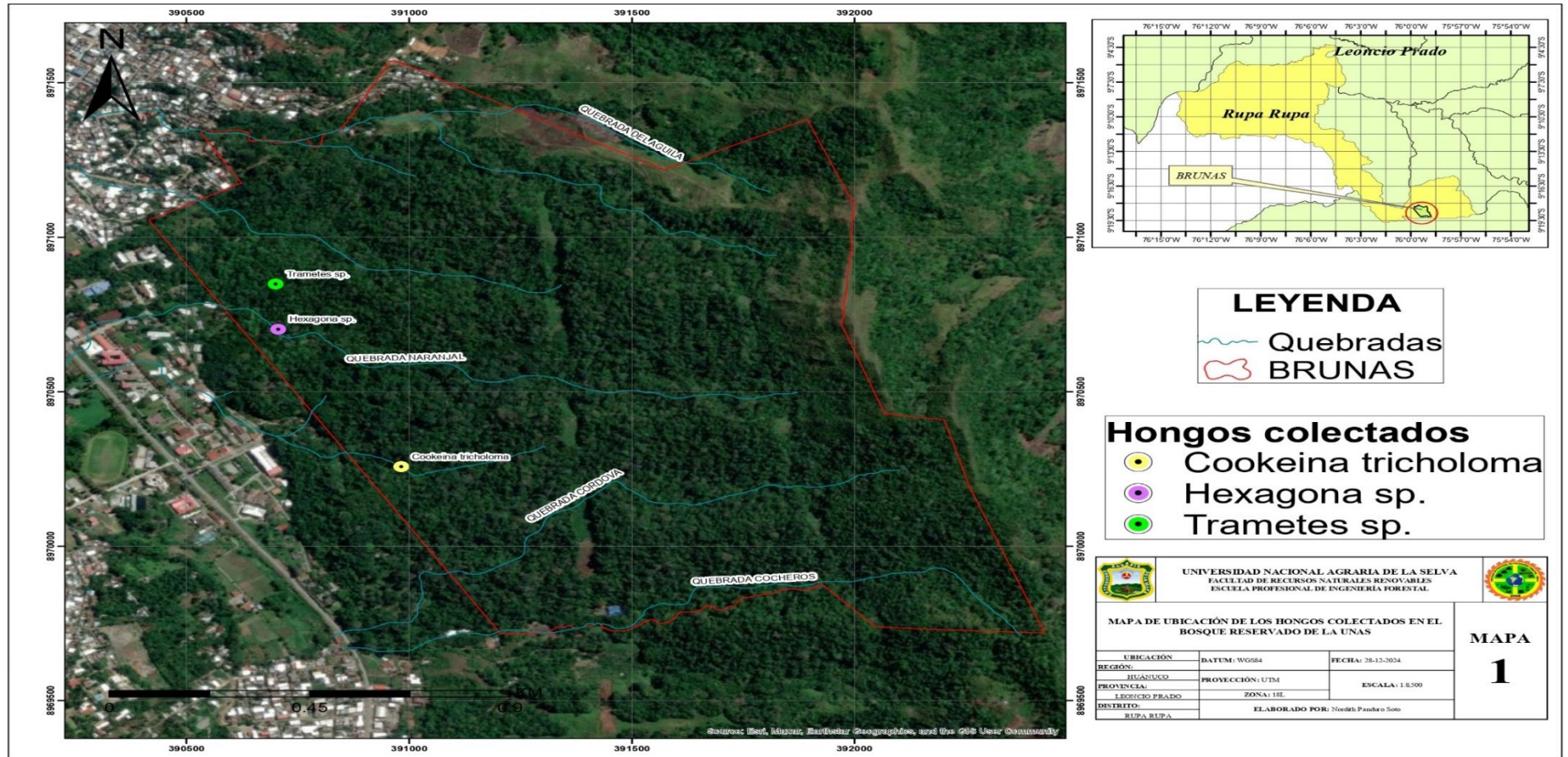


Figura 48. Mapa de ubicación geográfica de hongos recolectados en el BRUNAS.

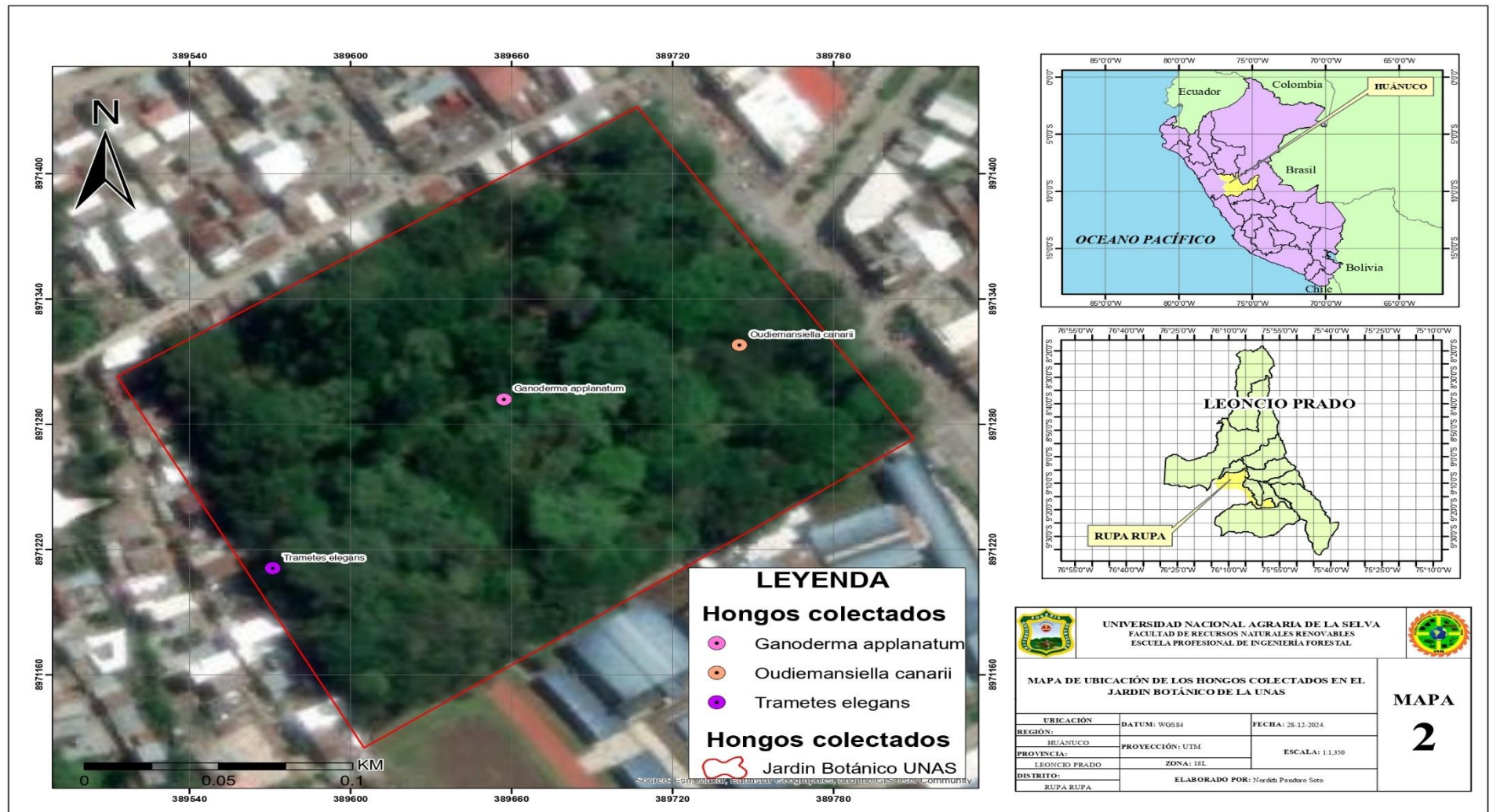


Figura 49. Mapa de ubicación geográfica de hongos recolectados en el Jardín Botánico UNAS.

Anexo C. Lectura de halos de inhibición cultivados.

Hongo	Extracto crudo	Rep.	HOJAS				CORTEZAS				HOJAS				CORTEZAS			
			DOSIS I				DOSIS I				DOSIS II				DOSIS II			
			C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
1	Metanol	1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	I	I	I	I
		2	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	I	I	I	I
		3	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	I	I	I	I
	Etanol	1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
		2	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
		3	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	Acuoso	1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
		2	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
		3	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
2	Metanol	1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	S	S
		2	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	S	S
		3	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	S	S
	Etanol	1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
		2	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
		3	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	Acuoso	1	R	I	I	I	I	I	I	I	S	S	S	S	S	S	S	S
		2	R	R	I	I	R	I	I	I	S	S	S	S	S	S	S	S
		3	R	R	I	I	I	I	I	I	I	S	S	S	S	S	S	S
3	Metanol	1	R	R	R	R	I	I	I	I	R	R	R	R	I	I	I	I
		2	R	R	R	R	I	I	I	I	R	R	R	R	I	I	I	I
		3	R	R	R	R	I	I	I	I	R	R	R	R	I	I	I	I
	Etanol	1	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
		2	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
		3	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Acuoso	1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	I	I	I	I
		2	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	I	I	I	I
		3	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	I	I	I	I
4	Metanol	1	R	R	R	R	I	I	I	I	S	S	S	S	I	I	I	I
		2	R	R	R	R	I	I	I	I	S	S	S	S	I	I	I	I
		3	R	R	R	R	I	I	I	I	S	S	S	S	I	I	I	I
	Etanol	1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	I	I	I	I
		2	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	I	I	I	I
		3	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	I	I	I	I

	Acuoso	1	I	I	I	I	R	R	R	R	S	S	S	S	R	R	R	R
		2	I	I	I	I	R	R	R	R	S	S	S	S	R	R	R	R
		3	I	I	I	I	R	R	R	R	S	S	S	S	R	R	R	R
5	Metanol	1	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S
		2	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S
		3	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S
	Etanol	1	I	S	S	S	S	I	I	I	I	S	S	S	I	I	S	S
		2	I	I	S	S	S	I	I	I	I	S	S	S	I	S	S	S
		3	I	I	S	S	S	I	I	I	I	S	S	S	S	S	S	S
	Acuoso	1	R	R	R	R	R	R	R	R	S	I	S	S	R	R	R	R
		2	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	S	S	R	R	R	R
		3	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	S	S	R	R	R	R
6	Metanol	1	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
		2	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
		3	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	Etanol	1	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
		2	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
		3	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	Acuoso	1	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
		2	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
		3	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
7	Metanol	1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
		2	R	R	R	R	S _M	R	I _M	S _M	R	R	R	R	R	R	R	R
		3	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	Etanol	1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
		2	I _M	I _M	R	R	R	R	R	R	S _M	R	R	R	S _M	R	R	R
		3	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	Acuoso	1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
		2	R	R	R	R	R	R	R	R	R _M	R	I _M	I _M	R	R	R	R
		3	R	R	R	I _M	R	R	R	R	R	R	R	R	I _M	R	R	R

Nota: S=susceptible; I=poco susceptible o intermedio; R=No susceptible o resistente.

Anexo D. Panel fotográfico.



Figura 50. Secado en estufa del material vegetativo de hojas y corteza de *Inga edulis*.



Figura 51. Material vegetativo de hojas y corteza pulverizado.



Figura 52. Extracción de extracto puro crudo de hojas y corteza de *Inga edulis*.



Figura 53. Tindalización de extractos crudos puros de hojas y corteza de *Inga edulis*.



Figura 54. Centrifugado de extractos crudos puro de hojas y corteza de *Inga edulis*.

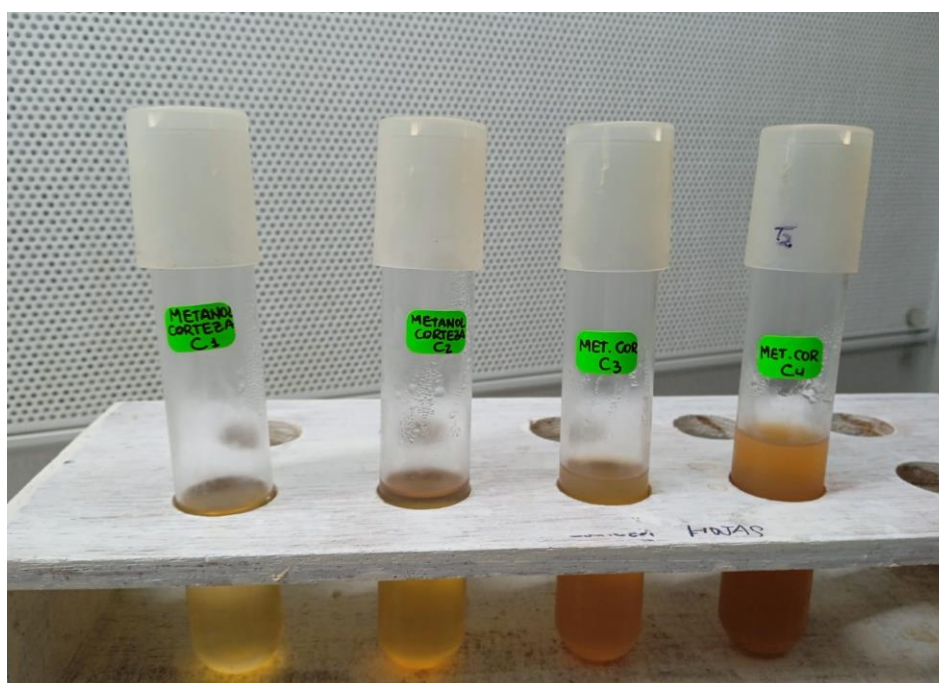


Figura 55. Concentraciones de extractos metanolico crudo puro de corteza de *Inga edulis*

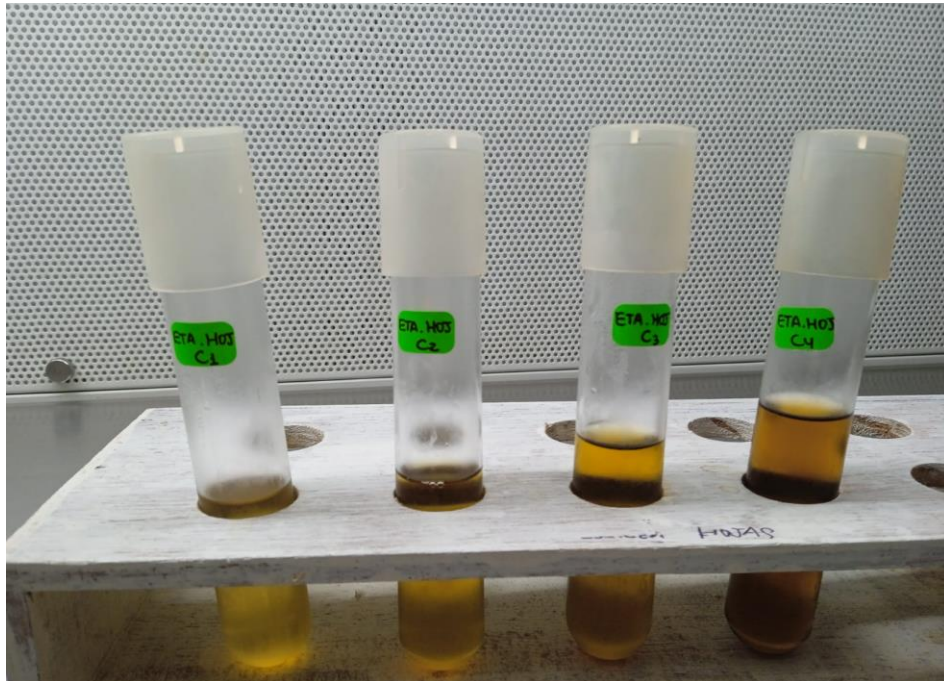


Figura 56. Concentraciones de extracto etanolico crudo puro de hojas de *Inga edulis*.

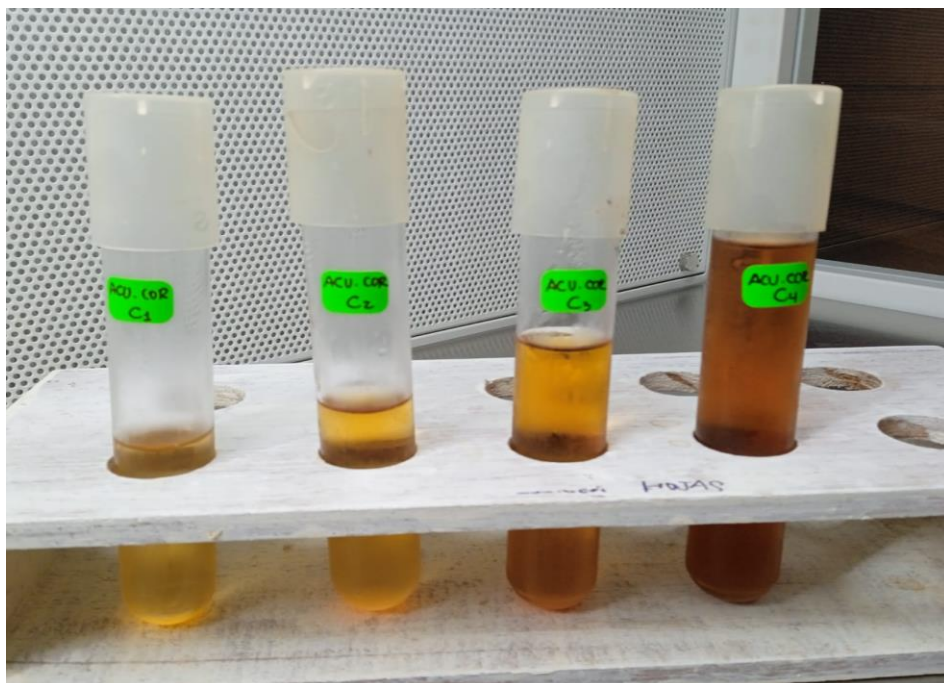


Figura 57. Concentración de extracto acuoso crudo puro de corteza de *Inga edulis*.

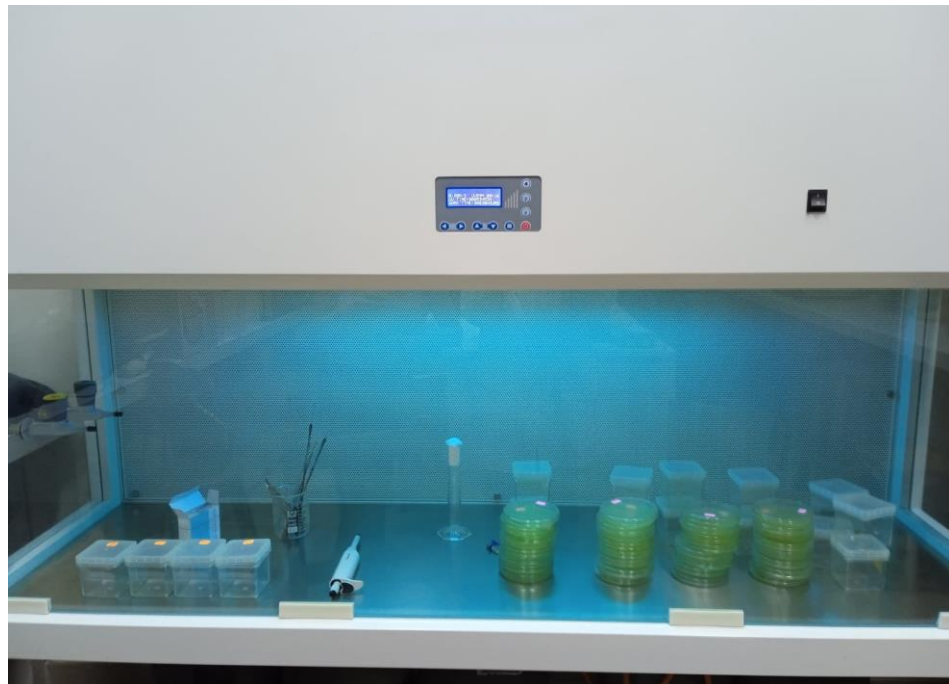


Figura 58. Aplicación de medios de cultivo en placa petri y siembra de hongos.



Figura 59. Siembra de fungi, aplicación de dosis y concentración.

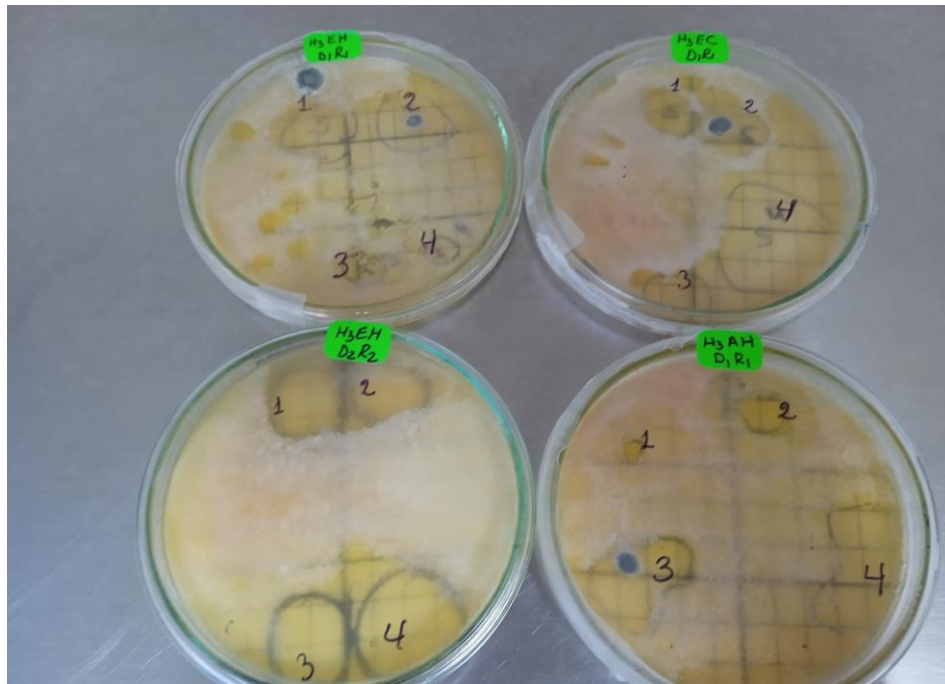


Figura 60. Lectura de halos de inhibición.