

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 54

21.1

FECHA	jueves, 12 de enero de 2023
--------------	-----------------------------

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
 BIBLIOTECA
 Ciudad

UNIDAD REGIONAL	Sede Fusagasugá
TIPO DE DOCUMENTO	Pasantía
FACULTAD	Ciencias Agropecuarias
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
PROGRAMA ACADÉMICO	Ingeniería Agronómica

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Gonzalez Varon	Duban Mateo	1.110.118.118

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Rojas Gracia	Pilar

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

 UDECA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 2 de 54

TÍTULO DEL DOCUMENTO

Evaluación de la capacidad antagónica de bacterias provenientes de suelo frente a *Pestalotiosis sp.*, agente causal del añublo foliar en palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq.*) en Colombia.

SUBTÍTULO

(Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

EXCLUSIVO PARA PUBLICACIÓN DESDE LA DIRECCIÓN INVESTIGACIÓN

INDICADORES	NÚMERO
ISBN	
ISSN	
ISMN	

AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO

08/09/2022

NÚMERO DE PÁGINAS

43

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)

ESPAÑOL	INGLÉS
1. Manchas foliares	Leaf spots
2. Biocontrol	Biocontrol
3. bacterias	Bacteria
4. antagonismo	Antagonism
5.	
6.	

FUENTES (Todas las fuentes de su trabajo, en orden alfabético)

- Al-Dhabaan, F. A. M., & Bakhali, A. H. (2017). Analysis of the bacterial strains using Biolog plates in the contaminated soil from Riyadh community. Saudi Journal of Biological Sciences, 24(4), 901–906. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.01.043>
- Aldana de La Torre, R. C., Aldana de La Torre, J., Calvache Guerrero, H., & Franco Bautista, P. N. (2012). Manual de plagas de la palma de aceite en Colombia. (P. Bozzi, Ed.) (4th ed.). Bogotá, Colombia.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 3 de 54

3. Barrios-Trilleras, C. E., Cuchimba-Triana, M. S., & Bustillo-Pardey, A. E. (2015). Parámetros poblacionales de *Leptopharsa gibbicarina* (Hemiptera: Tingidae) plaga de la palma de aceite. *Revista Colombiana de Entomología*, 41(1), 1–4.
4. Barrios, C., & Bustillo, A. E. (2014). Biología de la chinche de encaje *Leptopharsa gibbicarina* y su control con hongos entomopatógenos (0123-8353 No. 180). *Ceniavances*.
5. Bonet, M., Vázquez, M. Á., & Costas, M. (2009). Los tígidos (Hemiptera, Heteroptera, Tingidae) del macizo central de la Sierra de Gredos (Ávila). *Boln. Asoc. Esp. Ent.*, 33(2), 139–160.
6. Bula, A. (2020). Importancia de la agricultura en el desarrollo socio-económico. *Puente Académico*, (16), 1–29. Retrieved from <https://observatorio.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2020/08/Importancia-de-la-agricultura-en-el-desarrollo-socio-económico.pdf>
7. Chinchilla, C., & Duran, N. (1998). Manejo de problemas fitosanitarios en palma de aceite.
8. Una perspectiva agronómica. *Revista Palmas*, 19, 242–256.
9. Cotes, A. M. (Ed. (2018). Control biológico de fitopatógenos, insectos y ácaros. (A. M. (Ed. Cotes, Ed.), Control biológico de fitopatógenos, insectos y ácaros, Volumen 1: Agentes de control biológico. Mosquera (Colombia): Agrosavia.
10. Cotes, A. M., Zapata, Y., Uribe, L., Elad, Y., Beltrán Acosta, C., & Kobayashi, S. (2018). Control biológico de patógenos foliares, 143–156. Retrieved from <http://hdl.handle.net/20.500.12324/34058>
11. Dangond, L. F. (2015). Palma de aceite: motor de desarrollo rural. *Palmas*, 36(3), 102–108.
12. Fedepalma. (2016). GUÍA DE BOLSILLO para el reconocimiento y manejo de las principales enfermedades e insectos plaga en el cultivo de la palma de aceite. Fedepalma. Bogotá, Colombia: Fedepalma. Retrieved from www.fedepalma.org
13. Fedepalma, & Territorial, M. de A. y D. (2011). Guía ambiental de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia versión para consulta. Colombia. Bogotá, Colombia: Minambiente.
14. Genty, P., Garzón, A., & García, R. (1984). Daños y control del complejo *Leptopharsa- Pestalotiopsis* en la palma africana. *Palmas (Colombia)*, 9–15.
15. Gúedez, C., Castillo, C., Cañizales, L., & Olivares, R. (2008). Control Biológico: Una herramienta para el desarrollo sustentable y sostenible. *Academia*, 7(13), 50–74. Retrieved from <http://www.revencyt.ula.ve/storage/repo/ArchivoDocumento/academia/v7n13/articulo5.pdf>

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 4 de 54

16. Hernández, M., Sarria, G., & Crous, P. (2016). *Uwemyces elaeidis*. *Persoonia - Fungal Planet* 468, 36, 454–455. Retrieved from <https://www.fungalplanet.org/content/pdf-files/FungalPlanet468.pdf>
17. Hineostroza, A., & Obando, C. (2019). Índice De Sostenibilidad Y Producción De Aceite de Palma sostenible en Colombia. *Palmas*, 40(4), 108–113.
18. Hineostroza, A., Tenjo, Lady, & Diaz, X. (2016). Guía básica para la sostenibilidad en el cultivo de palma de aceite para la implementación de mejores prácticas para la RSPO, con palmicultores de pequeña y mediana escala. Bogotá, Colombia. Retrieved from <https://web.fedepalma.org/sites/all/themes/rsपो/publicaciones/sostenibilidad/Guia-basica-de-la-sostenibilidad-en-pequenos.pdf>
19. Jeewon, R., Liew, E. C. Y., Simpson, J. A., Hodgkiss, I. J., & Hyde, K. D. (2003). Phylogenetic significance of morphological characters in the taxonomy of *Pestalotiopsis* species. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 27(3), 372–383. [https://doi.org/10.1016/S1055-7903\(03\)00010-1](https://doi.org/10.1016/S1055-7903(03)00010-1)
20. Jimenez, O. (1984). El Añublo Foliar de la Palma Africana en Colombia. *Palmas*, 5(3), 89–92.
21. Jimtha J., Mallikarjunaswamy, G., Najiya N. (2021). Probiotic rhizospheric *Bacillus* sp. from *Zingiber officinale*. *Current Plant Biology*, 27(100217). 7p. <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2021.100217>
22. Mahamooth, T., Sian, T. S., Omar, N. A., Jumri, N. F., Ken, G. Y., & Ng, P. (2019). La enfermedad de manchas foliares por *Pestalotiopsis* en la palma de aceite endémica del Sudeste Asiático. *Palmas*, 40, 70–76.
23. Maharachchikumbura, S. S. N., Hyde, K. D., Groenewald, J. Z., Xu, J., & Crous, P. W. (2014). *Pestalotiopsis* revisited. *Studies in Mycology*, 79(1), 121–186. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.09.005>
24. Martínez, G. (2010). Insectos como vectores de enfermedades en palma de aceite. *Palmas*, 31, 383–387.
25. Martínez, L. C., & Plata-Rueda, A. (2013). Lepidoptera vectors of *Pestalotiopsis* fungal disease: First record in oil palm plantations from Colombia. *International Journal of Tropical Insect Science*, 33(4), 239–246. <https://doi.org/10.1017/S1742758413000283>
26. Méndez G, A. (2000). Manejo integrado de la *Pestalotiopsis* en una plantación comercial de palma de aceite Integral management of *Pestalotiopsis* in a commercial oil palm plantation. *Palmas*, 21(Especial, Tomo 1), 5–6.
27. Montañez, M. L., Calvache-Guerrero, H., Luque-Z., J. E., & Méndez, A. (1998). Control biológico de *Leptopharsa gibbicularina* (Hemiptera: Tingidae) con la hormiga *Crematogaster* sp. (Hymenoptera: Formicidae) en palma de aceite. *Revista*

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca

Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414

www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co

NIT: 890.680.062-2

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 5 de 54

Colombiana de Entomología, 24(2), 89–94.
<https://doi.org/10.25100/socolen.v24i2.9841>

28. Montoya, S. H. (2019). Evaluación in vitro de la capacidad antagónica de hongos endófitos aislados de *Moringa oleifera* en el control de *Pestalotia palmarum* (Q). Universidad de Santander UDES. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.126.1.78>
29. Munévar, F. (2004). Agroecologic Criteria Useful in Land Selection for New Oil Palm Plantings in Colombia. *Revista Palmas*, 25, 148–159. Retrieved from <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1077>
30. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2009). La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050. *Fao*, 1–4. Retrieved from <http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/>
31. Prittesh P., Rushabh S., Bhruagesh J., Krishnamurthy R., Amaresan N. (2018). Molecular identification and biocontrol activity of sugarcane rhizosphere bacteria against red rot pathogen *Colletotrichum falcatum*. *Biotechnology Reports*, 21(e00317).8p. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2019.e00317>
32. Reyes, A. (1988). Añublo foliar de la palma africana (*Elaeis guinnensis* Jacq.) en Colombia: importancia económica, etiología y control. *Palmas*, 33–39.
33. Reyes, A. (1991). Manejo eficiente de la sanidad en plantaciones de palma de aceite. *Revista Palmas*, 12, 57–67.
34. Sánchez-Potes, A. (1990). Enfermedades de la palma de aceite en América Latina. *Revista Palmas*, 11(4), 990.
35. Sarria, G., Mestizo, Y., Medina, H. C., Rojas, H., & Esquivel, A. (2019). Evaluación in vitro de ingredientes activos para el control de *Pestalotiopsis spp.* en palma de aceite [Póster]. XV Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite, 24(1), 2018. Retrieved from https://www.cenipalma.org/wp-content/uploads/2019/10/5.-Evaluación-in-vitro-de-ingredientes-activos-para-el-control-de-Pestalotiopsis-spp.-en-palma-de-aceite_compressed.pdf
36. Solarte, A. F. (2014). Caracterización morfológica, molecular y patogénica de *Pestalotiopsis sp.* Agente causante de la enfermedad del clavo en la guayaba *Psidium guajava* L. y evaluación in vitro de biofungicidas. Universidad Nacional de Colombia.
37. Suárez, L. Y., & Rangel, A. L. (2013). Aislamiento de microorganismos para control biológico de *Moniliophthora roreri*. *Acta Agronómica*, 62(4), 370–378.
38. Tovar, J. C. (2008). evaluación de la capacidad antagonista “in vivo” de aislamientos de *Trichoderma spp.* frente al hongo fitopatógeno *Rhizoctonia solani*. Pontificia Universidad Javeriana.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 6 de 54

39. Van Ittersum, M. K., & Rabbinge, R. (1997). Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input-output combinations. *Field Crops Research*, 52(3), 197–208. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(97\)00037-3](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(97)00037-3)
40. Xu, S., Wang, Y., Hu, J., Chen, X., Qiu, Y., Shi, J., ... Xu, J. (2021). Isolation and characterization of *Bacillus amyloliquefaciens* MQ01, a bifunctional biocontrol bacterium with antagonistic activity against *Fusarium graminearum* and biodegradation capacity of zearalenone. *Food Control*, 130(January), 108259. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108259>

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

Resumen:

La enfermedad añublo foliar causado por *Pestalotiopsis* sp. es el principal problema sanitario asociado al follaje en el cultivo de la palma de aceite en países del trópico y algunos del Sudeste Asiático, la diseminación se ha atribuido a insectos facilitadores que generan daños indirectos en los folíolos. En Colombia, la enfermedad ha generado disminuciones en la producción de hasta un 36%, también, se han reportado reducciones en el rendimiento de hasta 25 toneladas de RFF/ha/año bajo condiciones severas de infección. Actualmente, el manejo se basa en la aplicación de insecticidas para controlar el insecto vector, la remoción de las hojas más afectadas y disposición adecuada de los tejidos; no obstante, se ha hecho necesario generar herramientas biológicas que puedan ser incluidas dentro de los planes de manejo integrado y que brinden beneficios ecológicos, reduzcan el uso de productos de síntesis química y aporten al desarrollo de programas de producción sostenible. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad antagónica de bacterias obtenidas a partir de la rizosfera de bosques cercanos al cultivo de la palma de aceite. A partir de muestras de suelo se realizaron aislamientos en medios selectivos, los cuales se purificaron y fueron probados a nivel *in vitro* mediante la metodología de cultivo dual. Como resultados se aislaron 20 morfotipos bacterianos; De los cuales solo 4 aislamientos presentaron porcentajes de inhibición superiores al 50%. El aislamiento codificado como B4 presentó el mayor porcentaje de inhibición con un 59,17%, seguido de los aislamientos B11, B16 y B8 con porcentajes de 54,78%, 54,60% y 54,50% respectivamente. Estos resultados permiten identificar cuatro aislados bacterianos con potencial antagónico sobre el patógeno. Sin embargo, se requiere continuar con la búsqueda y evaluación de microorganismos que presenten un alto potencial antagónico sobre *Pestalotiopsis* sp. agente causal del añublo foliar en el cultivo de palma de aceite.

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca

Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414

www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co

NIT: 890.680.062-2

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 7 de 54

Abstract:

Leaf blight disease caused by *Pestalotiopsis* sp. is the main health problem associated with the oil palm foliage in tropical countries and some in Southeast Asia, the dissemination has been attributed to facilitating insects that generate preliminary indirect damage to the plant's leaflets. In Colombia, the disease has generated decreases in production of up to 36%, also, reductions in yield of up to 25 tons of FFB/ha/year have been reported under severe infection conditions. Currently, the management is based on the application of insecticides to control the vector insect, the removal of the most affected leaves and proper disposal of the tissues; however, it has become necessary to generate biological tools that can be included in integrated management plans and that provide ecological benefits, reduce the use of chemical synthesis products and contribute to the development of sustainable production programs. Therefore, the aim of this work was to evaluate the antagonistic capacity of bacteria obtained from the rhizosphere of forests near oil palm cultivation. Isolations were made from soil samples in selective media, which were purified and tested at the in vitro level using the dual culture methodology. As results, 20 bacterial morphotypes were isolated; Of which only 4 isolates presented inhibition percentages greater than 50%. The morphotype coded as B4 presented the highest percentage of inhibition with 59.17%, followed by isolates B11, B16 and B8 with percentages of 54.78%, 54.60% and 54.50%, respectively. These results allow the identification of four bacterial isolates with antagonistic potential against the pathogen. However, it is required to continue with the search and evaluation of microorganisms that present a high antagonistic potential against *Pestalotiopsis* sp. causal agent of foliar blight in oil palm cultivation.

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son: Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)		SI	NO
1.	La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 8 de 54

2. La comunicación pública, masiva por cualquier procedimiento o medio físico, electrónico y digital.	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 9 de 54

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

SI ___ NO _X_.

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos) en carta adjunta, expedida por la entidad respectiva, la cual informa sobre tal situación, lo anterior con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 10 de 54

consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el “Manual del Repositorio Institucional AAAM003”

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 11 de 54

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Nombre completo del proyecto.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. Evaluación de la capacidad antagónica de bacterias provenientes de suelo frente a <i>Pestalotiosis</i> sp., agente causal del añublo foliar en palma de aceite (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) en Colombia.	TEXTO
2.	
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafa)
González Varón Duban Mateo	<i>Duban Mateo Gonzalez</i>

21.1-51-20.

**EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTAGÓNICA DE
BACTERIAS PROVENIENTES DE SUELO FRENTE A *Pestalotiopsis*
sp., AGENTE CAUSAL DEL
AÑUBLO FOLIAR EN PALMA DE ACEITE (*Elaeis guineensis*
Jacq.) ENCOLOMBIA.**

La enfermedad añublo foliar causado por *Pestalotiopsis* sp. es el principal problema sanitario asociado al follaje en el cultivo de la palma de aceite en países del trópico y algunos del Sudeste Asiático, la diseminación se ha atribuido a insectos facilitadores que generan daños indirectos en los folíolos. En Colombia, la enfermedad ha generado disminuciones en la producción de hasta un 36%, también, se han reportado reducciones en el rendimiento de hasta 25 toneladas de RFF/ha/año bajo condiciones severas de infección. Actualmente, el manejo se basa en la aplicación de insecticidas para controlar el insecto vector, la remoción de las hojas más afectadas y disposición adecuada de los tejidos; no obstante, se ha hecho necesario generar herramientas biológicas que puedan ser incluidas dentro de los planes de manejo integrado y que brinden beneficios ecológicos, reduzcan el uso de productos de síntesis química y aporten al desarrollo de programas de producción sostenible. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad antagónica de bacterias obtenidas a partir de la rizosfera de bosques cercanos al cultivo de la palma de aceite. A partir de muestras de suelo se realizaron aislamientos en medios selectivos, los cuales se purificaron y fueron probados a nivel *in vitro* mediante la metodología de cultivo dual. Como resultados se aislaron 20 morfotipos bacterianos; De los cuales solo 4 aislamientos presentaron porcentajes de inhibición superiores al 50%. El aislamiento codificado como B4 presentó el mayor porcentaje de inhibición con un 59,17%, seguido de los aislamientos B11, B16 y B8 con porcentajes de 54,78%, 54,60% y 54,50% respectivamente. Estos

resultados permiten identificar cuatro aislados bacterianos con potencial antagónico sobre el patógeno. Sin embargo, se requiere continuar con la búsqueda y evaluación de microorganismos que presenten un alto potencial antagónico sobre *Pestalotiopsis* sp. agente causal del añublo foliar en el cultivo de palma de aceite.

Palabras clave: Manchas foliares, Biocontrol, bacterias, antagonismo

**EVALUATION OF THE ANTAGONIC CAPACITY OF
BACTERIA FROM THE SOIL AGAINST *Pestalotiopsis* sp., CAUSAL
AGENT OF FOLIAR BLIGHT IN OIL
PALM (*Elaeis guineensis* Jacq.) IN COLOMBIA.**

Leaf blight disease caused by *Pestalotiopsis* sp. is the main health problem associated with the oil palm foliage in tropical countries and some in Southeast Asia, the dissemination has been attributed to facilitating insects that generate preliminary indirect damage to the plant's leaflets. In Colombia, the disease has generated decreases in production of up to 36%, also, reductions in yield of up to 25 tons of FFB/ha/year have been reported under severe infection conditions. Currently, the management is based on the application of insecticides to control the vector insect, the removal of the most affected leaves and proper disposal of the tissues; however, it has become necessary to generate biological tools that can be included in integrated management plans and that provide ecological benefits, reduce the use of chemical synthesis products and contribute to the development of sustainable production programs. Therefore, the aim of this work was to evaluate the antagonistic capacity of bacteria obtained from the

rhizosphere of forests near oil palm cultivation. Isolations were made from soil samples in selective media, which were purified and tested at the in vitro level using the dual culture methodology. As results, 20 bacterial morphotypes were isolated; Of which only 4 isolates presented inhibition percentages greater than 50%. The morphotype coded as B4 presented the highest percentage of inhibition with 59.17%, followed by isolates B11, B16 and B8 with percentages of 54.78%, 54.60% and 54.50%, respectively. These results allow the identification of four bacterial isolates with antagonistic potential against the pathogen. However, it is required to continue with the search and evaluation of microorganisms that present a high antagonistic potential against *Pestalotiopsis* sp. causal agent of foliar blight in oil palm cultivation.

Keywords: Leaf spots, Biocontrol, Bacteria, Antagonism

INTRODUCCIÓN

La Corporación Centro de Investigación en palma de aceite, se dedica a la obtención de mejores resultados y servicios que requiere el sector palmicultor colombiano aportando un amplio conocimiento a la sanidad, productividad y sostenibilidad mediante la investigación y entrega de insumos y guías para el mejoramiento de sus prácticas.

La agricultura es un sector fundamental para el desarrollo económico y suministro de alimento en los países (Bula, 2020), la explotación agrícola cada vez enfrenta mayores retos en cuanto a la demanda y producción de alimentos ya que se predice un aumento de más de un tercio en la población para el año 2050, razón por la cual se requiere métodos más eficaces y sostenibles para satisfacer las necesidades alimentarias (FAO, 2009); uno de los aspectos importantes en la producción agrícola es el control de los factores adversos bióticos y abióticos en las que se encuentran expuestas las plantas a lo largo de su ciclo vital (Azcón y Talón, 2008), el proceso de establecimiento y desarrollo óptimo del cultivo requiere de un manejo adecuado entre agua y nutrición, así como el control y manejo de la incidencia de las plagas y enfermedades (Van Ittersum y Rabbinge, 1997). De acuerdo con lo anterior, la agroindustria de la palma de aceite representa un sector de gran impacto, debido a su potencial de producción de aceite crudo y numerosos derivados de interés industrial y alimenticio (Fedepalma, 2022).

La producción global de aceite de palma se encuentra liderada por los países del sudeste asiático como Indonesia y Malasia con una participación cercana al 78% de la producción mundial, entretanto, Colombia cuenta con una participación del 2,30% ubicándose como el cuarto productor a nivel mundial y el primero en América con un área sembrada que supera las 590.000 has en 161 municipios y una producción de aceite crudo de 1.7 millones de toneladas (SISPA, 2022).

La palma de aceite al igual que otros cultivos, enfrenta continuamente desafíos agronómicos que pueden afectar su sostenibilidad y sustentabilidad (Hinestroza y Obando, 2019). Dentro estos desafíos se encuentra la enfermedad conocida como Pudrición del cogollo (PC) causada por *Phytophthora palmivora*, la cual ha sido la responsable de la afectación de más de 115 mil has en la última década (artínez et al., 2010). Adicional a la PC, otros problemas fitosanitarios como la Marchitez sorpresiva (MS), Anillo rojo (AR), marchitez letal (ML) y las pudriciones de estípites, representan una amenaza en las áreas donde están presentes (FEDEPALMA, 2016). Finalmente, dentro de los problemas fitosanitarios, las enfermedades foliares han tenido creciente atención, en especial en los cultivares híbridos, donde la enfermedad conocida como añublo foliar causado por *Pestalotiopsis* sp. representa un problema por su efecto sobre la lámina foliar y su estrecha asociación con daños ocasionados por insectos que funcionan como facilitadores de la enfermedad (Chinchilla y Duran, 1998), y por otro lado, las manchas foliares en cultivares híbridos causadas por *Uwemyces elaeidis* (Hernández et al., 2016).

El añublo foliar en palma de aceite se ha reportado como una enfermedad de gran afectación en países de Latinoamérica y en el Sudeste Asiático, la cual puede generar reducciones en el rendimiento del cultivo de hasta 25 toneladas de RFF/ha/año (Mahamooth, 2019).

Los síntomas asociados a la *Pestalotiopsis* se caracterizan por la presencia de lesiones necróticas irregulares sobre la lámina foliar rodeadas de un halo clorótico, este tipo de daño es facilitado por insectos defoliadores (chupadores-raspadores) (Sarria et al., 2019). En Colombia, el insecto chinche de encaje *Leptopharsa gibbicularina* es una plaga de importancia económica en el cultivo, ya que se alimenta de la savia del follaje y está involucrada íntimamente con la enfermedad.

El complejo (*Pestalotiopsis* – *Leptopharsa*) puede llegar a reducir la producción hasta en un 36% (Sánchez, 1990). La información sobre el manejo de la enfermedad está principalmente relacionada con el control químico dirigido al insecto facilitador, mediante los métodos de nebulización de insecticidas, fumigación aérea e inyección al estípite (Genty et al., 1984) y controles biológicos con *Crematogaster* sp. (Montañez et al., 1998) y *Purpureocillium lilacinum* que en los últimos años han presentado buen resultado (Bustillo et al., 2017;). Sin embargo, la utilización frecuente de compuestos de síntesis química, la resistencia de los patógenos hacia ingredientes activos, el daño ambiental y el

deterioro de la salud de consumidores como productores hace necesario encontrar otras alternativas de manejo como la implementación de agentes de control biológico, que permitan establecer un manejo integrado de la enfermedad. En los últimos años estudios han reportado microorganismos como hongos del género *Trichoderma* sp, bacterias de los géneros *Streptomyces* sp, *Bacillus* sp, *Serratia* sp, y *Pseudomonas* sp entre otros, que han demostrado una capacidad inhibitoria en el crecimiento y desarrollo de patógenos foliares (Cotes et al., 2018); en este sentido, el objetivo de este proyecto es realizar la búsqueda y evaluación *in vitro* de bacterias antagónicas de *Pestalotiosis* sp. agente causal de añublo foliar en la palma de aceite (*Elaeis guineensis* jacq) en Colombia.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La palma de aceite es la oleaginosa que mayor aceite produce por unidad de área, una hectárea puede tener una producción de aceite 4 a 6 veces mayor (Fedepalma, 2022). El añublo foliar causado por *Pestalotiopsis* sp, ha sido reportado causando pérdidas importantes de hasta 40% en la producción de racimos de fruta fresca en países de Latinoamérica (Martínez, 2010). Con el incremento del área sembrada en cultivares híbrido interespecífico O_xG en Colombia, se ha observado un aumento de la incidencia de este problema fitosanitario relacionado con la quemazón foliar prematura de estos cultivares.

En Colombia se han generado pérdidas significativas de hasta el 36% de la producción a causa de la problemática del complejo (*Pestalotiopsis* – *Leptopharsa*) (Barrios et al, 2015), el cual históricamente presenta disminuciones en el rendimiento de racimo de fruta fresca de entre 30 y 50% a causa de la afectación del área foliar fotosintéticamente activa, esto, principalmente en plantaciones de las zonas Central y Norte de Colombia. Desde 1973 diversos estudios de control indirecto de la enfermedad se han realizado sobre el insecto facilitador por medio de insecticidas (Genty, 1984). La defoliación que es el problema relacionado directamente con el añublo foliar afecta principalmente la fotosíntesis disminuyendo la productividad hasta un 50% (Reyes, 1991), el mecanismo de control ante esta enfermedad se ha

efectuado especialmente en la aplicación de productos de síntesis química. Actualmente, el uso de biocontroladores en palma de aceite está orientado hacia la Pudrición del cogollo y las Pudriciones de estípites, por lo que se hace necesario la búsqueda de alternativas biológicas para la regulación de patógenos foliares (De, 2017). En la implementación del control biológico, numerosos estudios reportan organismos con capacidad antagónica, entre ellos: hongos, como *Trichoderma* sp, bacterias de géneros *Bacillus* sp, *Streptomyces* sp, *Pseudomonas* sp, entre otros, que han demostrado una respuesta favorable ante diferentes patógenos y además contribuyen al mejoramiento de la diversidad biológica del suelo.

Teniendo en cuenta lo anterior, el buen término del cultivo y las actividades relacionadas con la palmicultura colombiana constantemente se enfrentan a numerosos desafíos de tipo abiótico y biótico; estos últimos representan la principal amenaza del cultivo, haciéndose necesaria la búsqueda de alternativas eficientes y amigables con el medio ambiente, que puedan ser implementadas como estrategias de manejo de los problemas fitosanitarios que afectan la palma de aceite en Colombia. A lo que se genera la siguiente pregunta ¿Las bacterias nativas del ecosistema Palma de aceite tienen potencial antagónico frente a *Pestalotiopsis*, agente causal del añublo foliar en el cultivo de la palma de aceite?

2. JUSTIFICACIÓN

La agroindustria de la palma de aceite en Colombia representa una de las actividades sobresalientes para el país, con un total de 595.722 has sembradas en cuatro zonas palmeras con presencia en 162 municipios en 21 departamentos del país. Se estiman unos 6.700 productores con un potencial generador de empleo que se acerca a los 200.000 puestos de trabajo, destacando al país como uno de los principales motores de la agroindustria influyendo positivamente sobre el desarrollo rural y calidad de vida de los habitantes presentes en el cultivo (Dangond, 2015). La enfermedad del añublo foliar es una limitante para el sector agroindustrial palmero, no solo en Colombia, sino también en países de América Latina y el Sudeste Asiático por su afectación en la lámina foliar y limitación de la fotosíntesis. Dentro de las estrategias de control se encuentran el manejo del hemíptero *Leptopharsa gibbicularina* que conllevan la aplicación química de ingredientes activos por los métodos de fumigación aérea y absorción radicular. No obstante, las medidas de manejo directas del hongo se basan en la aplicación de fungicidas de diversos modos de acción y de manera preventiva, con el fin de evitar avance hacia las hojas de los tercios superiores. El incremento del uso de fungicidas de manera frecuente ocasiona problemas ambientales, sociales y de salud para el personal que lleva a cabo la labor. Es así como el control biológico se convierte en una herramienta atractiva dentro de las alternativas del manejo integrado de la enfermedad, ya que ésta debe

fundamentarse en la incorporación de prácticas amigables con el medio ambiente y de fácil acceso para el productor; por tal motivo, la necesidad de buscar alternativas biológicas viables permitirá ampliar la implementación de medidas de manejo que conlleven a una disminución de la incidencia y diseminación de esta enfermedad en las zonas dónde se registran afectaciones.

3.OBJETIVOS

3.1 OBEJTIVO GENERAL

- Apoyar la búsqueda de bacterias provenientes de la rizosfera de bosques cercanos al cultivo de la palma de aceite con potencial antagónico sobre *Pestalotiopsis*, agente causal del añublo foliar.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Obtener microorganismos a partir de la rizosfera de bosques cercanos al cultivo de la palma de aceite para la evaluación de su potencial antagónico contra *Pestalotiopsis* sp.
- Evaluar la capacidad inhibitoria *in vitro* de bacterias aisladas de suelo sobre el crecimiento de *Pestalotiopsis* sp. en la palma de aceite.

4.MARCO REFERENCIAL

4.1. TAXONOMÍA Y CLASIFICACIÓN DE LA PALMA DE ACEITE

La palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq) originaria del continente africano pertenece a la familia Aracaceae (Henson, 2012). Pertenece al género *Elaeis* que comprende tres especies, dos de interés comercial (*Elaeis guineensis* y *Elaeis oleífera*) y una silvestre (*Elaeis odora*) (Henson, 2012). La semilla de la palma de aceite tiene un solo cotiledón o almendra por lo que es considerada una planta monocotiledónea. También es monoica por lo que sus flores femeninas y masculinas se producen de forma independiente en la misma palma. Es alógama, debido a su polinización cruzada. Es una especie perenne con un ciclo de vida capaz de superar los 100 años, sin embargo, como cultivo comercial la vida útil de la palma puede ser de 24 a 28 años, o cuando llegue a una altura de 12 metros (Pineda y Martínez, 2010).

4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PALMA DE ACEITE.

La palma de aceite es una planta tropical propia de climas cálidos, se desarrolla hasta los 500 metros sobre el nivel del mar. Dentro de los cultivos de semillas oleaginosas es el que produce mayor cantidad de aceite por hectárea y otras de sus características de acuerdo con las reportadas por Fedepalma y Minambiente, (2011) son:

- Tiene 16 pares de cromosomas.
- Es una planta monocotiledónea (Su semilla tiene un solo Cotiledón o almendra)
- Pertenece al orden de las *arecales*
- Pertenece a la familia *Arecaceales*
- Es una planta Monoica (las flores femeninas y masculinas, se producen independientes, en una misma planta)
- Es alógama pues su reproducción es cruzada.
- Es una planta perenne.

4.2.1. Requerimientos del cultivo.

Tabla 1. Requerimientos agroclimáticos para la palma de aceite.

Parámetro	Valor o rango ideal
Altitud (msnm):	El rango óptimo es de 0 hasta 1000.
Temperatura:	En promedio de 25 a 30 °C; demostrando en estudios que a 15°C se inhibe el crecimiento de la planta de vivero y que a 20°C el crecimiento es 3 veces más rápido.

Precipitación anual:	Para que la palma se desarrolle en condiciones óptimas debencaser entre 2.000 y 4000 (mm); es decir que en el mes debe disponer de 150 milímetros.
Brillo solar:	Debe ser mayor a 2000 (horas de luz directa min anual).
Humedad relativa:	Esta debe oscilar entre 75-80%.

Fuente: (Munévar, 2004).

Esta planta es propia de regiones tropicales húmedas, con altas temperaturas, brillo solar y suficiente humedad, posee una capacidad de adaptación a una amplia variedad de suelos, se ven beneficios cuando se siembra en suelos profundos, fértiles, bien drenados y con abundante materia orgánica (Rincón, 2016).

4.3. INSECTO FACILITADOR DE LA PESTALOTIOPSIS

El chinche de encaje *Leptopharsa gibbicarina* (Hemíptero: Tingidae) es una plaga de interés económico en el cultivo de la palma de aceite, se ha encontrado en Colombia y Venezuela; sudistribución en Colombia es principalmente en las zonas central y norte del país; éste insecto genera afectaciones directas a nivel foliar debido a su alimentación y reproducción; éste daño preliminar en los foliolos, ocasiona la infección por parte de hongos fungosos, sobresaliendo los pertenecientes a la especie de *Pestalotiopsis* (Martínez, 2010; Barrios et al., 2015).

En Colombia, *Leptopharsa gibbicarina* se registró por primera vez en 1976, generando dañosal follaje en plantaciones de Puerto Wilches, Santander, el ciclo de vida se desarrolla en el envés de las hojas y su mayor número está ubicado en el tercio medio y apical del foliolo, los insectos tingidos son fitófagos, se caracterizan por ser poco móviles y vuelan al ser molestados o cuando se desplazan entre las plantas o en la lámina foliar (Genty et al., 1984). Estas especies son de hábito monófago o polífago y pueden tener varias generaciones en un año (Bonet et al; 2009).

4.3.1. Taxonomía de *Leptopharsa gibbicarina*

Orden: Hemiptera

Familia: Tingidae

Especies: *Leptopharsa gibbicarina* Froescher

Nombre Común: Chinche de encaje

Tomado de: (Aldana de la Torre et al., 2012).

4.3.2. Ciclo de vida. *L. gibbicarina*, chinche facilitador de la *Pestalotiopsis* tiene una longitud en estado adulto de 2,69 a 2,91 mm, presenta un dimorfismo sexual, su especie se caracteriza por tener tres cadenas dorsales en el pronoto, de las cuales, la central es muy desarrollada y termina delante de una estructura globosa en forma de giba con células bien desarrolladas; la duración total del ciclo es de 69 a 73 días, el periodo de incubación del huevo es de 15 días, comprende de 5 instares ninfales de 22 días, para los machos la vida adulta es de 32 días y para las hembras de 36 (Genty et al; 1984); bajo las condiciones de umbráculo (Figura 1), el ciclo de vida es de 72, 3 días en promedio, un estado de huevo de 16 días, cinco instares ninfales de 18 días y una fase adulta de 37 días aproximadamente (Cenipalma , 2014).



Figura 1. Ciclo de vida *Leptopharsa gibbicarina*

Fuente: (Cenipalma, 2014).

Unos de los factores bióticos que favorecen el desarrollo de las poblaciones de las plagas son las épocas de verano, ya que la planta se encuentra recibiendo mayor captación de luz, lo anterior, genera que se manifieste un microclima en el follaje a lo que conlleva un aumento de la incidencia del insecto (Genty et al; 1984).

4.4. PESTALOTIOPSIS

Las especies de Pestalotiopsis normalmente son patógenos de plantas, también se encuentran como saprófitos y endófitos, se distribuye en regiones tropicales y subtropicales; causan una variedad de enfermedades como: muerte de brotes, manchas foliares, tizones, clorosis, pudrición de frutos y diferentes enfermedades en poscosecha, se caracteriza por ser un grupo fúngico productor de compuestos químicos volátiles y no volátiles (Maharachchikumbra et al., 2014); Éste género es asexual, pertenece a la familia Amphisphareacea y se destaca por presentar conidios de cinco células terminales portadores de dos o más apéndices (Jeewon et al., 2003).

4.4.1 Clasificación taxonómica

Reino: Fungi

Sub-Reino: Dikarya

Filo: Ascomycota

Sub-Filo: Pezizomycotina

Clase: Sordariomycetes

Subclase. Xylariomycetidae

Orden: Amphysphaeriales

Familia: Pestalotiopsidaceae

Género: Pestalosphaeria

Tomado de: (Index fungorum, 2022).

4.4.2. Pestalotiopsis en Palma de aceite.

El añublo foliar es una enfermedad de interés económico para el cultivo de la palma de aceite en Colombia, fue reportada por primera vez en 1968 en la plantación de Palmas Monterrey, Santander y se extendió consecutivamente en las diferentes zonas palmeras reportando daños de hasta del 30% en el follaje; Estudios posteriores, establecieron que existía una posible asociación entre el chinche de encaje *Leptopharsa gibbicularina* con la incidencia de *Pestalotiopsis*, ya que el daño del insecto permite el ingreso y colonización del patógeno (Jiménez, 1984). Se menciona que la deficiencia de nutrientes como magnesio en tiempos prolongados de sequía están asociados también al desarrollo de la enfermedad (Sánchez, 1990).

4.4.3. Síntomas.

La Pestalotiopsis es una enfermedad que se caracteriza por desarrollarse en el follaje posterior al daño de insectos, esta infección generalmente inicia en las hojas del tercioinferior. Las lesiones son de crecimiento irregular de color pardo o marrón, posteriormente se torna necrótica con un bordeado clorótico (Figura 2), estas lesiones se pueden incrementar y a medida que avanzan coalescen formando áreas necróticas cada vez más grandes hasta afectar la lámina foliar completamente, ocasionando defoliaciones severas en la palma (Sarria et al., 2019).



Figura 2. Síntomas de Pestalotiopsis, sobre el follaje de la palma de aceite.

4.5. CONTROL: (*Pestalotiopsis* – *Leptopharsa*)

El manejo de la enfermedad se ha dirigido específicamente al control del insecto facilitador, no obstante, se requiere de un manejo integrado del cultivo para obtener mejores resultados ante la incidencia de la enfermedad, algunas alternativas de manejo reportadas son: la remoción de las hojas más afectadas y ubicación correcta de las fuentes de inóculo (Sarria et al., 2019); generalmente se ha usado como medida preventiva y curativas la aplicación de insecticidas por diferentes métodos como: Nebulización de insecticidas, absorción radicular.

4.5.1. Nebulización de insecticidas. consiste en la aplicación del insecticida con equipos especiales en cultivos de 4 a 8 años. El producto llega eficientemente ya que la nube de éste asciende lentamente a las áreas de mayor población y permanece durante largo tiempo en las hojas.

4.5.2. Fumigación aérea. Se realiza cuando hay dificultad en el manejo de la incidencia de la enfermedad, sin embargo, el uso de insecticidas por vía aérea puede afectar a los operarios y la fauna benéfica. Algunos insecticidas de mayor eficiencia son: propoxur (125 a 150 g de i.a/ha) phosphamidón (500g de i.a/ha) y dimetoato (500g de i.a/ha) en intervalos de 15 a 20 días (Genty et al., 1984).

4.5.3. Inyección de insecticidas. Consiste en hacer una perforación en el tallo, se introduce un insecticida sistémico, a la altura sobre 1 m a nivel del suelo con una inclinación de 45° en la perforación y con la ayuda de una jeringa de 50 ml se inyecta la dosis programada; para evitar el ingreso de patógenos, se taponan con trozos finos de madera de medida (7 x 1,5 x 1,5 cm) recubiertos con una pasta de fungicidas (mancozeb y maneb); la perforación se realiza con taladro mecánico “Engine drill” accionado a gasolina, broca de longitud de 14 cm y 1,25 cm de diámetro; el rendimiento de la máquina es de 6,15 has/día, esta labor requiere de tres operaciones: corte de base peciolar, inyección y taponamiento) (Genty et al., 1984).

4.5.4. Absorción radicular. Consiste en aplicar insecticida sistémico en pequeñas bolsas de polietileno donde se introduce raíces principales sanas, esta acción se realiza en dos momentos, el primero como ejecución del tratamiento; donde se requiere de dos operarios uno para buscar las raíces y otro para aplicar el tratamiento, se buscan raíces primarias con tejido sano, lignificadas, con diámetro mayor a 4 mm, se realiza un corte transversal y se sumerge en el punto más bajo de la bolsa con la dosis del producto a utilizar, esto se debe hacer en un corto tiempo, al siguiente día se verifica la absorción del producto, Finalmente se evalúa la efectividad respecto al tiempo (Reyes, 1988).

4.5.5. Aplicación de ingredientes activos frente a *Pestalotiopsis*. En estudios *in vitro* con ingredientes activos para el control de *Pestalotiopsis*, se observó capacidad inhibitoria del 100% con ingredientes activos del grupo de los triazoles (Sarria et al., 2019).

4.6. CONTROL BIOLÓGICO PARA EL MANEJO DE ENFERMEDADES.

El uso de agentes de biocontrol son estrategias basadas en la conservación, protección de las funciones biológicas y de la biodiversidad de los sistemas productivos, manteniendo equilibrio y control del medio ambiente y de los recursos naturales. Siendo el control biológico una alternativa económicamente viable y ecológicamente segura que puede ser usada en el manejo de diferentes problemas fitosanitarios.

Entre estos agentes se tienen diferentes géneros de hongos y bacterias, entre los fungos el más conocido es el género *Trichoderma* spp. debido a sus características de competencia, rápido crecimiento en diferentes sustratos, facilidad de aislamiento y cultivo, además de su resistencia y persistencia dentro del ecosistema, brindando control preventivo de diferentes patógenos. Dentro de las bacterias reconocidas por su efecto antagónico las bacterias gram positivas *Streptomyces* spp y *Bacillus* spp han sido registradas en diferentes patosistemas; por la capacidad que tienen de producir gran variedad de compuestos bioactivos antibacterianos. Adicionalmente, especies de *Bacillus* tienen la habilidad de

formar esporas cuando se encuentran bajo condiciones de estrés biótico o abiótico, esta característica les permite sobrevivir y enfrentar patógenos eficientemente; se pueden aislar: del suelo, agua, aire y material vegetal en descomposición (Cotes et al., 2018).

5. METODOLOGÍA

5.1. OBTENCIÓN DE AISLAMIENTOS

Para la obtención de organismos con capacidad antagónica, se seleccionaron lotes ubicados en zonas no intervenidas o de bosque, cercanos a cultivos de palma de aceite. Se ubicaron cinco puntos de muestreo equidistantes en el lote donde se tomaron submuestras de 100g de suelo aproximadamente cada una a una profundidad de 10cm de la superficie del suelo. Posteriormente, estas submuestras fueron homogenizadas y conformaron una única muestra de 500g que fueron refrigeradas y transportadas al laboratorio de Fitopatología del Campo Experimental Palmar de la Vizcaína.

5.1.1. Procesamiento de muestras.

De cada muestra, se preparó una suspensión compuesta por 10g del suelo y 100ml de agua destilada estéril en Erlenmeyers de 250ml de capacidad, a partir de allí, se realizaron diluciones seriadas hasta 10^{-3} de acuerdo con la metodología propuesta por Al-Dhabaan & Bakhali, (2016). Posteriormente, se

realizaron siembras en medios de cultivo Agar Nutriente (AN) y Tryptic Soy Broth (TSA). Para esto, se tomaron 50µl de la suspensión de las concentraciones 1×10^{-2} y 1×10^{-3} y se distribuyeron en la superficie del medio de cultivo con la ayuda de un rastrillo estéril (Figura 3). Finalmente, las cajas Petri fueron incubadas a 26°C y revisadas a las 48, 72 y 96 horas después de la siembra para la observación y aislamiento de los microorganismos de interés.

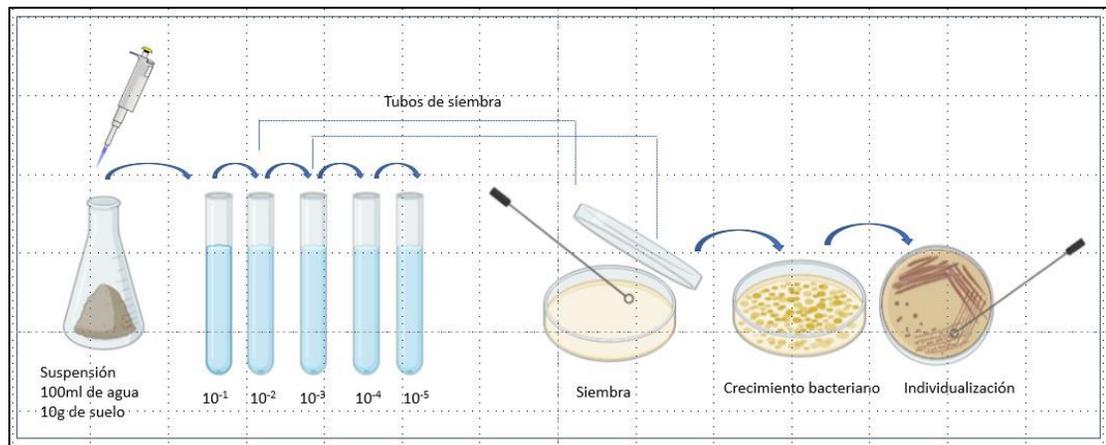


Figura 3. Metodología para la obtención de bacterias con capacidad antagonista

5.1.2. Aislamiento y purificación de bacterias seleccionadas.

A partir de las cajas Petri con crecimiento de microorganismos en el medio de cultivo se seleccionaron morfotipos diferentes de bacterias de interés que fueron transferidos a nuevas cajas para su individualización.

5.2. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTAGÓNICA.

Para evaluar la capacidad inhibitoria de bacterias antagonistas, se realizaron

cultivos duales colocando en una caja Petri un disco de crecimiento de 5 mm del aislamiento de *Pestalotiopsis* sp. en un extremo y en el otro extremo se realizó un rayado en estría de la bacteria, igualmente se colocaron testigos “patógeno sin antagonista” (Figura 4).

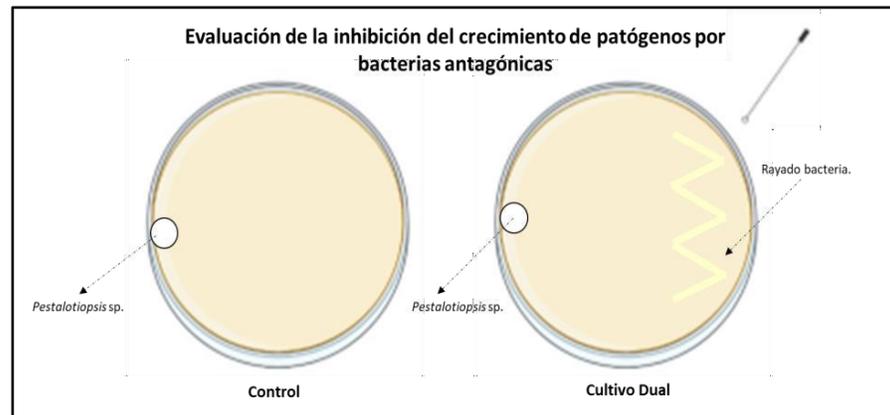


Figura 4. Cultivo dual *Pestalotiopsis* sp. frente a bacterias posible actividad antagonista

Se midió el crecimiento diario del patógeno tanto del cultivo dual como del testigo y se finalizó la evaluación una vez el testigo colonizó la totalidad la caja de petri. Para estas pruebas se realizó un diseño completamente al azar con 10 repeticiones y la unidad experimental correspondió a la interacción caja Petri con el cultivo dual. Este ensayo se realizó dos veces y las variables de respuesta fueron el crecimiento radial y PICr, que se calculó mediante la fórmula:

$$PICr = \left[\frac{C1 - C2}{C1} \right] X 100$$

C1= Crecimiento radial del testigo (Fitopatógenos sin antagonista) C2= Crecimiento radial del fitopatógeno en los tratamientos en cultivo dual.

6. **PRINCIPALES RESULTADOS ESPERADOS.**

Resultado esperado	No. Objetivo Específico	Tipo	Indicador de logro verificable
Colección de microorganismos a partir de la rizosfera de bosques cercanos al cultivo de la palma de aceite para la evaluación de su potencial antagónico contra <i>Pestalotiopsis</i> sp.	Obtener microorganismos a partir de la rizosfera de bosques cercanos a la palma de aceite para la evaluación de su potencial antagónico contra <i>Pestalotiopsis</i> sp.	6	Número de morfotipos bacterianos a partir de la rizosfera de bosques cercanos al cultivo de la palma de aceite
Identificar bacterias con capacidad antagónica sobre <i>Pestalotiopsis</i> sp.	Evaluar la capacidad inhibitoria <i>in vitro</i> de bacterias aisladas de suelo sobre el crecimiento de <i>Pestalotiopsis</i> sp.	3 y 4	Número de microorganismos identificados con capacidad antagónica.

7. RECURSOS.

El trabajo se realizó en el laboratorio de Fitopatología de Cenipalma en el Campo Experimental Palmar de la Vizcaína (Figura 5), ubicado en la vereda Peroles del municipio de Barrancabermeja (Santander), a una latitud de $6^{\circ}58'57''$ N y una longitud de $73^{\circ}4'43''$ O y 110 msnm, en el kilómetro 132 sobre la troncal del Magdalena Medio en la vía Lizama - Puerto Araujo (Cenipalma, 2022).



Figura 5. Ubicación aérea del Campo Experimental Palmar de la Vizcaína

7.1. RECURSOS FÍSICOS.

El Campo Experimental Palmar de la Vizcaína ubicado en la Zona Central palmera de Colombia; cuenta con una extensión de terreno de 803 hectáreas de las cuales 241 corresponden al área cultivada con palma de aceite, 8 hectáreas en infraestructura y el área restante comprenden áreas libres de reserva forestal,

flora, fauna y fuentes hídricas. La zona de infraestructura cuenta con cuatro módulos distribuidos para administración, laboratorios biotecnología y semillas. El módulo de laboratorios se ubica el laboratorio de fitopatología, el cual está dotado con equipos para el desarrollo de investigaciones en diagnóstico, estudios biológicos y estrategias de manejo de enfermedades que afectan el cultivo de la palma de aceite como: microscopios, cámara de flujo laminar, shaker, incubadoras, autoclave y equipos básicos de biología molecular.

7.2. RECURSO HUMANO.

El laboratorio de Fitopatología cuenta con personal de la investigación, conformado por la líder del área de fitopatología de Centro de investigación, dos investigadores y un auxiliar de campo quienes contribuyeron para el desarrollo de este trabajo.

7.3. RECURSO ECONOMICO.

El trabajo fue financiado por El Fondo de Fomento Palmero (FFP) que es una cuenta especial para el recaudo y el manejo de los recursos provenientes de la cuota de fomento palmero, creados mediante la Ley 138 de 1994, cuyo objeto es la financiación de programas y proyectos de beneficio para la agroindustria de la palma de aceite. Su entidad administradora es Fedepalma.

8. IMPACTOS ESPERADOS

8.1. IMPACTO SOCIAL.

El desarrollar estrategias de manejo y control de la incidencia y severidad de la enfermedad, fortalecerá los conocimientos técnicos aplicados regularmente, de igual forma, desarrollar nuevos procesos innovadores y sostenibles permitirán un aumento en la productividad y el hacer entrega de productos de alta calidad y eficiencia contribuirá con las necesidades de confiabilidad y seguridad tanto a productores como consumidores.

8.2. IMPACTO ECONÓMICO.

Con la identificación de la enfermedad se logrará avanzar en los estudios de detección temprana y estrategias de manejo, los cuales aportan con el control adecuado en campo donde se contribuirá en la disminución de la incidencia y la diseminación, lo cual se traduce en una disminución en el número de palmas afectadas y por ende la producción de racimos de fruta fresca.

8.3. IMPACTO AMBIENTAL.

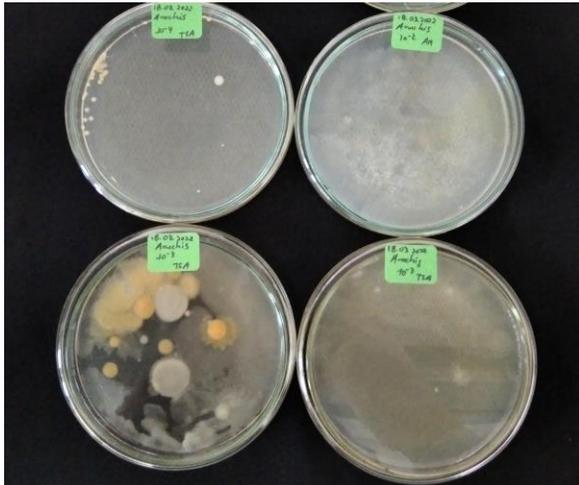
La detección oportuna y el establecimiento de estrategias preventivas reducirán el problema en campo y evitará la aplicación innecesaria de productos de síntesis química que en ocasiones no mejoran el problema y por el contrario generan residuos prolongados a través de sus métodos de aplicación.

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1. OBTENCIÓN DE AISLAMIENTOS

En total se tomaron cinco muestras de suelo rizosférico del Campo Experimental Palmar de la Vizcaína de las zonas de reserva. Las colonias obtenidas y seleccionadas presentaron características morfológicas macroscópicas diferentes como color (blanca, amarilla crema), forma (puntiforme, circular, filamentosa, rizoide o irregular) textura (lisa, rugosa), apariencia (mucoide, brillante u opalescente) y en total se obtuvieron 20 colonias (Tabla 2).

Tabla 2. Número de morfotipos obtenidos por muestra procesada



Muestra	UFC	Códigos
M01S	4	B01-B02-B03-B13
M01S	5	B04-B07-B08-B14-B15
M03S	8	B05-B06-B09-B10-B16- B17-B18-B19
M04S	2	B11-B12
M05S	1	B20

9.2.EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTAGÓNICA

La evaluación de cultivos duales entre los diferentes morfotipos bacterianos y el aislamiento MFTU12 de *Pestalotiopsis* sp. tuvo una duración de 15 días, tiempo en cual en tratamiento control (patógenos sin antagonista) colonizó la caja Petri (Figura 6). El morfotipo B04 fue el que presentó mayor porcentaje de inhibición de crecimiento con un porcentaje del 59,17%, seguido de los morfotipos B11, B19 y B08 con porcentajes del 54,78, 54.60 y 54,50% respectivamente. El porcentaje más bajo lo registró el código bacteriano B06 con un valor de 12,75%. (Figura 7).

Para analizar el comportamiento de las bacterias antagonicas se realizó un ANOVA basado en el diseño completamente al azar. El coeficiente de determinación indicó que solo el 6% (R^2) de la variabilidad de los datos es explicada por el modelo matemático del diseño y el coeficiente de variación (46,74%) indicó una variabilidad aceptable en los mismos. En el análisis de Varianza se observa que no hubo diferencias estadísticas significativas, ya que el p-valor calculado es mucho mayor que el α asociado (0,05). Teniendo esto en cuenta, los aislamientos no presentaron efecto hacia la variable de respuesta. Posteriormente, se realizó una prueba de diferencia de medias por la prueba de Tukey, confirmando que no existe una diferencia estadística significativa entre los aislamientos ya que las medias fueron muy similares (Anexo 1).

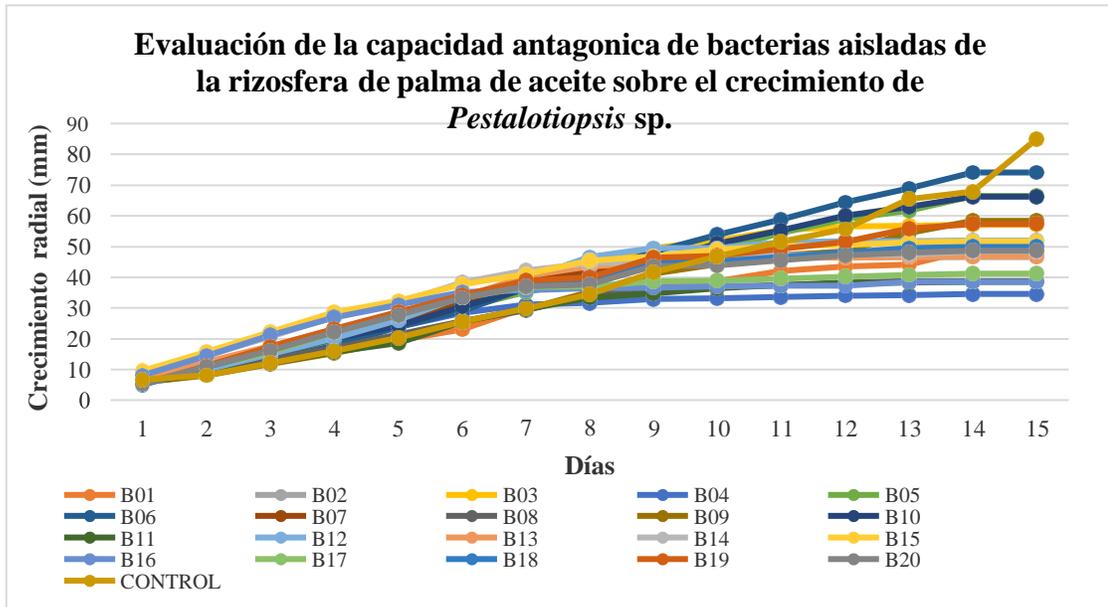


Figura 6. Crecimiento radial de *Pestalotiopsis* sp. en cultivo dual con bacterias obtenidas de la rizosfera de bosque cercanos al cultivo de palma de aceite.

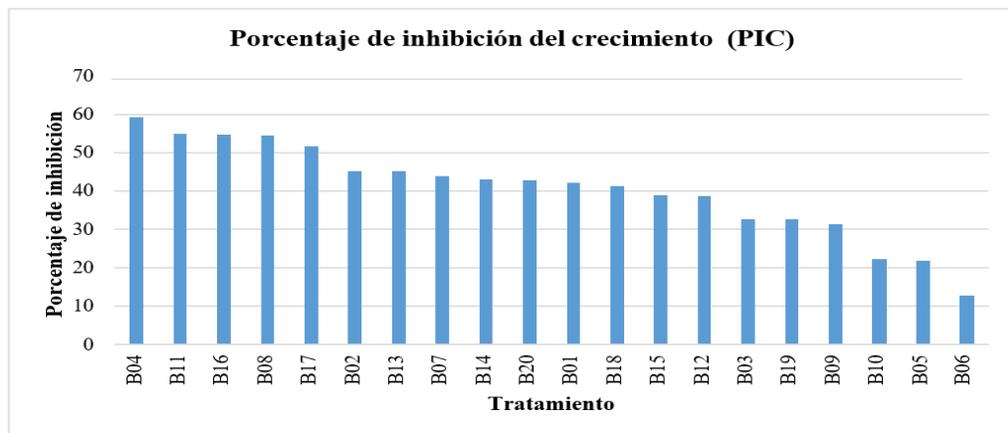


Figura 7. Porcentaje de inhibición del crecimiento de *Pestalotiopsis* sp. en cultivo dual con bacterias obtenidas en la rizosfera de bosque cercanos al cultivo de palma de aceite.

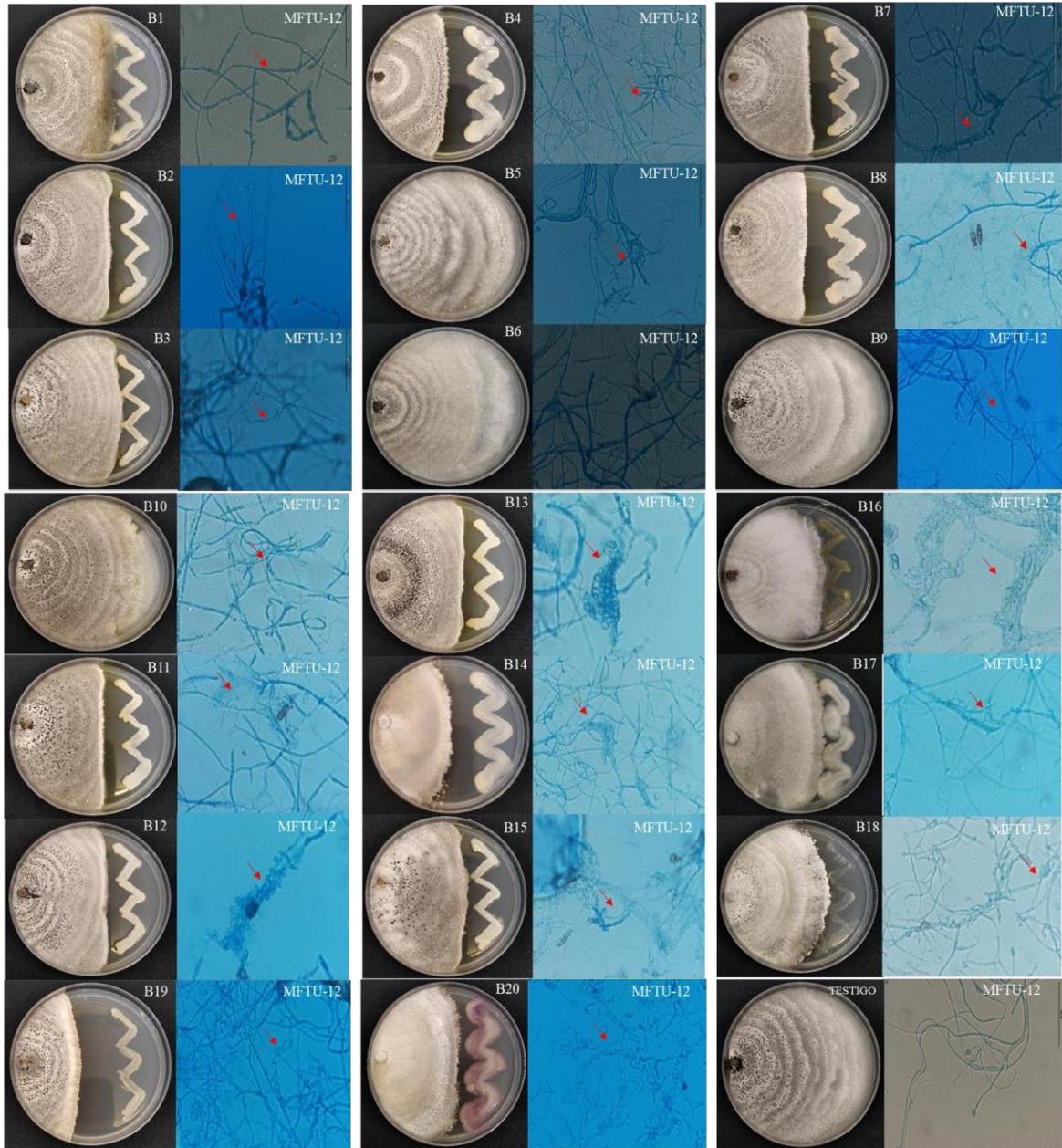


Figura 8. Vista grafica inhibición del crecimiento de *Pestalotiopsis* sp. en cultivo dual con bacterias obtenidas en la rizosfera de bosque cercanos al cultivo de palma de aceite.

10. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Dentro de los beneficios del uso de microorganismos antagónicos frente a patógenos, se resalta la capacidad de contrarrestar el desarrollo y establecimiento de estos agentes bióticos negativos mediante diferentes mecanismos de acción por parte de estos biocontroladores (Cotes et al., 2018). Los resultados observados a nivel *in vitro* por las cepas bacterianas encontradas en nuestro trabajo frente a *Pestalotiopsis* sp. se asemejan a los resultados obtenidos por Prittesh et al., (2018), quienes colectaron 226 cepas provenientes de la rizósfera de cultivares de caña de azúcar y de estas evaluaron 26 frente a aislamientos de *Colletotrichum falcatum* cfNAV, cfCHA y cf8436, obteniendo porcentajes de inhibición de crecimiento micelial de 28,97% a 61,18% para cfNAV, 34,01% a 69,64% para cfCHA y 28,96% a 53,48% para cf8436, sobresaliendo las cepas (TrD14) *Ochrobactrum intermedium* y (VRE34) *Escherichia* sp. las cuales presentaron valores superiores al 50% con todos los aislamientos de *Colletotrichum falcatum*.

Igualmente, en cultivos de cacao se han realizado trabajos en la búsqueda de agentes de biocontrol como el de Suarez y Rangel (2013), quienes evaluaron 20 aislamientos provenientes de la rizósfera de cacao; de los cuales seleccionaron cuatro cepas de hongos y tres de bacterias con capacidad antagónica frente a *Moniliophthora roreri* obtuvieron los mejores porcentajes de inhibición de

crecimiento radial (PICR) con las cepas fúngicas (HC002) *Paecilomyces* sp. (HZ002) *Paecilomyces* sp., (HC006) *Paecilomyces* sp. y (HS022) *Gliocladium* sp. con porcentajes superiores al 60% y las cepas bacterianas (BZ005) *Bacillus brevis*, (BS002) *Bacillus cereus* y (BTA005) *Bacillus megaterium* con un porcentaje entre el 67 y 88% lo que muestra una mayor inhibición en relación a nuestros resultados.

El resultado de nuestro trabajo brinda bases para dar continuidad a la identificación y caracterización de las cepas con capacidad antagónica donde se evalúen los diferentes compuestos biocontroladores producidos por sus mecanismos de acción, como lo reporta el estudio realizado por Jimtha et al., (2021) quienes evaluaron actividad antifúngica mediante la producción de compuestos fenólicos bacterianos con el probiótico rizosférico producido por *Bacillus vietnamensis* aislado de la rizósfera del jengibre frente a *Pythium* sp obteniendo porcentajes de inhibición hasta del 72%. Igualmente, Xu et al., (2021), encontraron que la sustancia producida por la bacteria *Bacillus amyloliquefaciens* (MQ01) aislado de suelo del cultivo de trigo es resistente a altas temperaturas y radiación ultravioleta, y presenta alta capacidad de degradación de la micotoxina zearalelona (ZEA) producida por *Fusarium graminearum* causante del tizón en cereales, aun cuando los porcentajes de inhibición de crecimiento en cultivos duales no superaron el 58%.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se obtuvo de suelo rizosférico de zonas boscosas cercanas al cultivo de la palma de aceite cuatro colonias bacterianas con potencial antagónico sobre *Pestalotiopsis* sp.
- El aislado B04 presentó un porcentaje de inhibición del 59%, ubicándolo como un aislamiento promisorio para el biocontrol del añublo foliar de la palma de aceite.
- Los aislamientos B8, B11 y B16 registraron porcentajes de inhibición del 54%.

Es necesario continuar con la búsqueda y evaluación de los diferentes mecanismos de acción de microorganismos con potencial antagónico sobre el desarrollo del patógeno, que permitan obtener mayores registros en pruebas de competencia y antibiosis y contribuyan en el desarrollo de estrategias de manejo integrado de esta enfermedad.

ANEXOS

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Crecimiento (mm)	315	0,06	0,00	46,74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5170,02	20	258,50	0,98	0,4889
Aislamiento	5170,02	20	258,50	0,98	0,4889
Error	77709,24	294	264,32		
Total	82879,26	314			

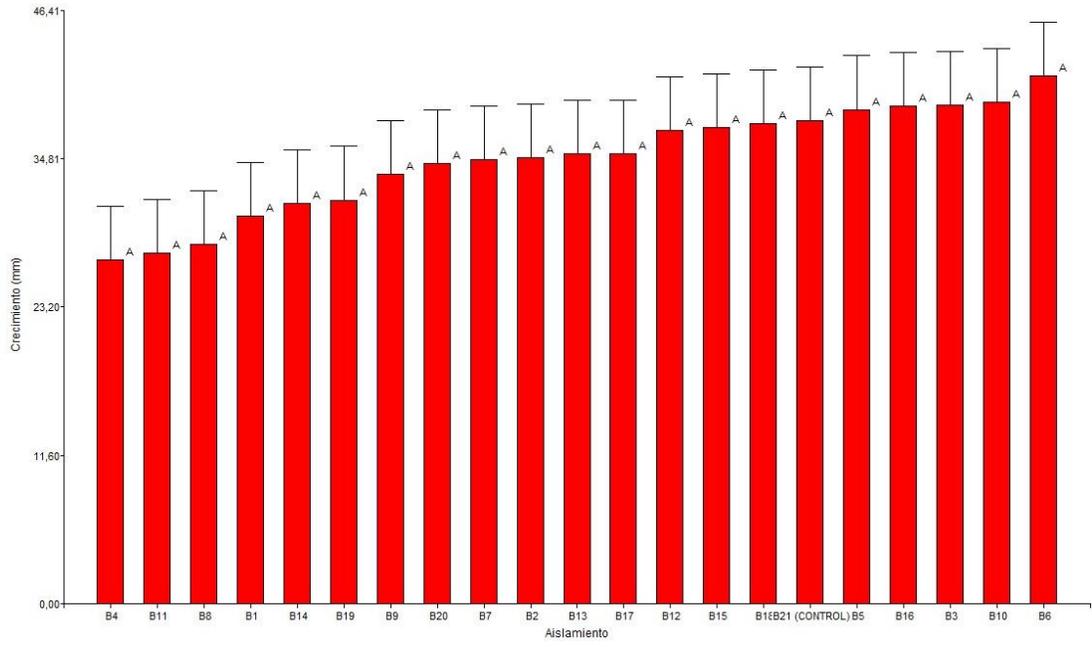
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=21,24610

Error: 264,3171 gl: 294

Aislamiento	Medias	n	E.E.
B4	26,91	15	4,20 A
B11	27,46	15	4,20 A
B8	28,09	15	4,20 A
B1	30,31	15	4,20 A
B14	31,32	15	4,20 A
B19	31,58	15	4,20 A
B9	33,59	15	4,20 A
B20	34,41	15	4,20 A
B7	34,72	15	4,20 A
B2	34,89	15	4,20 A
B13	35,22	15	4,20 A
B17	35,23	15	4,20 A
B12	37,03	15	4,20 A
B15	37,28	15	4,20 A
B18	37,59	15	4,20 A
B21 (CONTROL)	37,80	15	4,20 A
B5	38,67	15	4,20 A
B16	38,92	15	4,20 A
B3	38,98	15	4,20 A
B10	39,21	15	4,20 A
B6	41,28	15	4,20 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

DIFERENCIA DE MEDIAS TEST DE TUKEY ($\alpha=0,05$)



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Al-Dhabaan, F. A. M., & Bakhali, A. H. (2017). Analysis of the bacterial strains using Biologplates in the contaminated soil from Riyadh community. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(4), 901–906. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.01.043>
- Aldana de La Torre, R. C., Aldana de La Torre, J., Calvache Guerrero, H., & Franco Bautista, P. N. (2012). *Manual de plagas de la palma de aceite en Colombia*. (P. Bozzi, Ed.) (4th ed.). Bogotá, Colombia.
- Barrios-Trilleras, C. E., Cuchimba-Triana, M. S., & Bustillo-Pardey, A. E. (2015). Parámetros poblacionales de *Leptopharsa gibbicarina* (Hemiptera: Tingidae) plaga de lapalma de aceite. *Revista Colombiana de Entomología*, 41(1), 1–4.
- Barrios, C., & Bustillo, A. E. (2014). Biología de la chinche de encaje *Leptopharsa gibbicarina* y su control con hongos entomopatógenos (0123-8353 No. 180). *Ceniavances*.
- Bonet, M., Vázquez, M. Á., & Costas, M. (2009). Los tígidos (Hemiptera, Heteroptera, Tingidae) del macizo central de la Sierra de Gredos (Ávila). *Boln. Asoc. Esp. Ent*, 33(2), 139–160.
- Bula, A. (2020). Importancia de la agricultura en el desarrollo socio-económico. *PuenteAcadémico*, (16), 1–29. Retrieved from <https://observatorio.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2020/08/Importancia-de-la-agricultura-en-el-desarrollo-socio-económico.pdf>
- Chinchilla, C., & Duran, N. (1998). Manejo de problemas fitosanitarios en palma de aceite. Una perspectiva agronómica. *Revista Palmas*, 19, 242–256.
- Cotes, A. M. (Ed. . (2018). Control biológico de fitopatógenos, insectos y ácaros. (A. M. (Ed.Cotes, Ed.), *Control biológico de fitopatógenos, insectos y ácaros, Volumen I: Agentes de control biológico*. Mosquera (Colombia): Agrosavia.
- Cotes, A. M., Zapata, Y., Uribe, L., Elad, Y., Beltrán Acosta, C., & Kobayashi, S. (2018). Control biológico de patógenos foliares, 143–156. Retrieved from <http://hdl.handle.net/20.500.12324/34058>
- Dangond, L. F. (2015). Palma de aceite: motor de desarrollo rural. *Palmas*, 36(3), 102–108.
- Fedepalma. (2016). *GUÍA DE BOLSILLO para el reconocimiento y manejo de las principales enfermedades e insectos plaga en el cultivo de la palma de aceite*. Fedepalma. Bogotá, Colombia: Fedepalma. Retrieved from www.fedepalma.org
- Fedepalma, & Territorial, M. de A. y D. (2011). Guía ambiental de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia versión para consulta.

Colombia. Bogotá, Colombia: Minambiente.

- Genty, P. ., Garzón, A. ., & García, R. (1984). Daños y control del complejo *Leptopharsa- Pestalotiopsis* en la palma africana. *Palmas (Colombia)*, 9–15.
- Gúédez, C., Castillo, C., Cañizales, L., & Olivar, R. (2008). Control Biológico: Una herramienta para el desarrollo sustentable y sostenible. *Academia*, 7(13), 50–74. Retrieved

from

<http://www.revenicyt.ula.ve/storage/repo/ArchivoDocumento/academia/v7n13/articulo5.pdf>

- Hernández, M., Sarria, G., & Crous, P. (2016). *Uwemyces elaeidis*. *Persoonia - Fungal Planet* 468, 36, 454–455. Retrieved from <https://www.fungalplanet.org/content/pdf-files/FungalPlanet468.pdf>

Hinestroza, A., & Obando, C. (2019). Índice De Sostenibilidad Y Producción De Aceite De Palma sostenible en Colombia. *Palmas*, 40(4), 108–113.

- Hinestroza, A., Tenjo, Lady, & Diaz, X. (2016). Guía básica para la sostenibilidad en el cultivo de palma de aceite para la implementación de mejores prácticas para la RSPO, con palmicultores de pequeña y mediana escala. Bogotá, Colombia. Retrieved from <https://web.fedepalma.org/sites/all/themes/rsपो/publicaciones/sostenibilidad/Guia-basica-de-la-sostenibilidad-en-pequenos.pdf>

- Jeewon, R., Liew, E. C. Y., Simpson, J. A., Hodgkiss, I. J., & Hyde, K. D. (2003). Phylogenetic significance of morphological characters in the taxonomy of *pestalotiopsis* species. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 27(3), 372–383. [https://doi.org/10.1016/S1055-7903\(03\)00010-1](https://doi.org/10.1016/S1055-7903(03)00010-1)

- Jiménez, O. (1984). El Añublo Foliar de la Palma Africana en Colombia. *Palmas*, 5(3), 89–92.

- Jimtha J., Mallikarjunaswamy, G., Najiya N. (2021). Probiotic rhizospheric Bacillus sp. from Zingiber officinale. *Current Plant Biology*, 27(100217). 7p. <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2021.100217>

- Mahamooth, T., Sian, T. S., Omar, N. A., Jumri, N. F., Ken, G. Y., & Ng, P. (2019). La enfermedad de manchas foliares por *Pestalotiopsis* en la palma de aceite endémica del Sudeste Asiático. *Palmas*, 40, 70–76.

- Maharachchikumbura, S. S. N., Hyde, K. D., Groenewald, J. Z., Xu, J., & Crous, P. W. (2014). *Pestalotiopsis* revisited. *Studies in Mycology*, 79(1), 121–186. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.09.005>

- Martinez, G. (2010). Insectos como vectores de enfermedades en palma de aceite. *Palmas*, 31, 383–387.

- Martínez, L. C., & Plata-Rueda, A. (2013). Lepidoptera vectors of *Pestalotiopsis* fungal disease: First record in oil palm plantations from Colombia. *International Journal of Tropical Insect Science*, 33(4), 239–246. <https://doi.org/10.1017/S1742758413000283>
- Méndez G, A. (2000). Manejo integrado de la *pestalotiopsis* en una plantación comercial de palma de aceite Integral management of *pestaloptiosis* in a commercial oil palm plantation. *Palmas*, 21(Especial, Tomo 1), 5–6.
- Montañez, M. L., Calvache-Guerrero, H., Luque-Z., J. E., & Méndez, A. (1998). Control biológico de *Leptopharsa gibbicularina* (Hemiptera: Tingidae) con la hormiga *Crematogaster* sp. (Hymenoptera: Formicidae) en palma de aceite. *Revista Colombiana de Entomología*, 24(2), 89–94. <https://doi.org/10.25100/socolen.v24i2.9841>
- Montoya, S. H. (2019). Evaluación in vitro de la capacidad antagónica de hongos endófitos aislados de moringa oleífera (l) en el control de *pestalotia palmarum* (Q). Universidad de Santander UDES. <https://doi.org/.1037//0033-2909.I26.1.78>
- Munévar, F. (2004). Agroecologic Criteria Useful in Land Selection for New Oil Palm Plantings in Colombia. *Revista Palmas*, 25, 148–159. Retrieved from <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1077>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2009). La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050. *Fao*, 1–4. Retrieved from <http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/I>
- Prittish P.*, Rushabh S., Bhrugesh J., Krishnamurthy R., Amaresan N. (2018). Molecular identification and biocontrol activity of sugarcane rhizosphere bacteria against red rot pathogen *Colletotrichum falcatum*. *Biotechnology Reports*, 21(e00317).8p. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2019.e00317>
- Reyes, A. (1988). Añublo foliar de la palma africana (*Elaeis guinnensis* Jacq.) en colombia: importancia económica, etiología y control. *Palmas*, 33–39.
- Reyes, A. (1991). Manejo eficiente de la sanidad en plantaciones de palma de aceite. *Revista Palmas*, 12, 57–67.
- Sánchez-Potes, A. (1990). Enfermedades de la palma de aceite en América Latina. *Revista Palmas*, 11(4), 990.
- Sarria, G., Mestizo, Y., Medina, H. C., Rojas, H., & Esquivel, A. (2019). Evaluación in vitro de ingredientes activos para el control de *Pestalotiopsis* spp. en palma de aceite [Póster]. *XV Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite*, 24(1), 2018. Retrieved from <https://www.cenipalma.org/wp-content/uploads/2019/10/5.-Evaluación-in-vitro-de-ingredientes-activos-para-el-control-de-Pestalotiopsis-spp.->

[en-palma-de- aceite_compressed.pdf](#)

- Solarte, A. F. (2014). Caracterización morfológica, molecular y patogénica de *Pestalotiopsis* sp. Agente causante de la enfermedad del clavo en la guayaba *Psidium guajava* L. y evaluación *in vitro* de biofungicidas. Universidad Nacional de Colombia.
- Suárez, L. Y., & Rangel, A. L. (2013). Aislamiento de microorganismos para control biológico de *Moniliophthora roreri*. *Acta Agronomica*, 62(4), 370–378.
- Tovar, J. C. (2008). evaluación de la capacidad antagonista “*in vivo*” de aislamientos de *Trichoderma* spp. frente al hongo fitopatogeno *Rhizoctonia solani*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Van Ittersum, M. K., & Rabbinge, R. (1997). Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input-output combinations. *Field Crops Research*, 52(3), 197–208. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(97\)00037-3](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(97)00037-3)
- Xu, S., Wang, Y., Hu, J., Chen, X., Qiu, Y., Shi, J., ... Xu, J. (2021). Isolation and characterization of *Bacillus amyloliquefaciens* MQ01, a bifunctional biocontrol bacterium with antagonistic activity against *Fusarium graminearum* and biodegradation capacity of zearalenone. *Food Control*, 130(January), 108259. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108259>