

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2025,
Volumen 9, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ARTRÓPODOS CAPTURADOS EN PLANTAS DE BANANO DE LA AGRÍCOLA JORGE XAVIER

**MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF ARTHROPODS CAPTURED
IN BANANA PLANTS AT AGRÍCOLA JORGE XAVIER**

Camila Yahela Vega Chavez

Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Erick Patricio Espinoza Navarrete

Universidad Técnica de Machala, Ecuador

José Nicasio Quevedo Guerrero

Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Edison Fabricio Vera Cruz

DITABA, Ecuador

Análisis Microbiológico de Artrópodos Capturados en Plantas de Banano de la Agrícola Jorge Xavier

Camila Yahela Vega Chavez¹

cvega4@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0004-8145-6719>

Universidad Técnica de Machala
Ecuador

Erick Patricio Espinoza Navarrete

eespinoza11@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0007-5997-0078>

Universidad Técnica de Machala
Ecuador

José Nicasio Quevedo Guerrero

jquevedo@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-8974-5628>

Universidad Técnica de Machala
Ecuador

Edison Fabricio Vera Cruz

verafabricio22@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7950-5049>

Departamento de Investigaciones
Técnicas Agronómicas y biológicas de
AgriSum DITABA
Ecuador

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo identificar y caracterizar la microbiota bacteriana y fúngica asociada a artrópodos recolectados en cultivos de banano en la Agrícola Jorge Xavier, ubicada en la provincia de El Oro, Ecuador. Mediante análisis morfológico, uso de claves taxonómicas y tinción de Gram, se logró aislar bacterias de los géneros *Bacillus*, *Klebsiella* y *Enterobacter*, así como hongo del género *Penicillium*, presentes en el exoesqueleto o tracto digestivo de los artrópodos. Entre las especies identificadas destaca *Bacillus subtilis*, con potencial en la promoción del crecimiento vegetal, y *Klebsiella spp.* o *Enterobacter cloacae*, que representan un posible riesgo fitosanitario. Los artrópodos analizados incluyeron milpiés, arañas lobo, gusanos cola de rata, picudos negros y moscas carroñeras, cada uno con un perfil microbiano característico. La metodología consideró la recolección de artrópodos en campo, lavado con agua estéril, dilución seriada y siembra en medios como PDA y agar nutritivo, complementado con observaciones microscópicas. El hallazgo de microorganismos con funciones tanto benéficas como patógenas evidencia la compleja relación entre artrópodos y el ecosistema agrícola. Estos análisis demuestran la importancia de monitorear vectores biológicos e incorporar esta información en estrategias sostenibles de manejo integrado de plagas (MIP).

Palabras clave: artrópodos, vectores, microbiota, banano

¹ Autor principal

Correspondencia: cvega4@utmachala.edu.ec

Microbiological Analysis of Arthropods Captured in Banana Plants at Agrícola Jorge Xavier

ABSTRACT

The aim of this study was to identify and characterize the bacterial and fungal microbiota associated with insects collected from banana crops at Agrícola Jorge Xavier, located in El Oro province, Ecuador. Through morphological analysis, taxonomic keys, and Gram staining, bacteria belonging to the genera *Bacillus*, *Klebsiella*, and *Enterobacter*, as well as fungi from the genus *Penicillium*, were isolated from the exoskeleton or digestive tract of the insects. Among the species identified, *Bacillus subtilis* stood out for its potential to promote plant growth, while *Klebsiella spp.* and *Enterobacter cloacae* were identified as potential phytosanitary risks. The Arthropod analyzed included millipedes, wolf spiders, rat-tailed maggots, black weevils and carrion flies, each exhibiting a distinct microbial profile. The methodology included insect collection in the field, washing with sterile water, serial dilutions, and inoculation in culture media such as PDA and nutrient agar, complemented by detailed microscopic observations. The detection of microorganisms with both beneficial and pathogenic functions highlights the complex interaction between insects and the agricultural ecosystem. These findings underscore the importance of monitoring biological vectors and incorporating this information into sustainable strategies for integrated pest management (IPM)."

Keywords: vector, insects, microbial, banana

Artículo recibido 05 julio 2025

Aceptado para publicación: 25 julio 2025



INTRODUCCIÓN

El cultivo del banano (*Musa x paradisiaca* L.) es de vital importancia en diversas regiones tropicales y subtropicales del mundo, desempeñando un papel crucial en la seguridad alimentaria y la economía de países productores como Uganda, Ecuador y Colombia (Rossmann et al., 2012). Sin embargo, este cultivo enfrenta múltiples desafíos fitosanitarios debido a la presencia de diversos patógenos fúngicos y bacterianos que afectan tanto a la calidad como la cantidad de la producción. La agricultura moderna enfrenta diversos desafíos debido a la presencia de microorganismo que afectan la calidad y producción de cultivos. El cultivo de banano ha sido ampliamente afectado por hongos y bacterias que influyen en su desarrollo y rendimiento (Acaro y Cevallos, 2025). Los artrópodos, en su papel como vectores biológicos pueden transportar este microorganismo y favorecer su diseminación en las plantaciones (Enoh et al., 2024). La identificación y análisis de hongos y bacterias presentes en los artrópodos recolectados en la finca Jorge Xavier es fundamental para comprender la dinámica microbiana y proponer estrategias de manejo sostenible.

Los hongos y bacterias asociados a artrópodos pueden clasificarse en diferentes grupos según su relación con el hospedador. Algunos de estos microorganismos tienen funciones benéficas, como los hongos entomopatógenos, que pueden ser utilizados para el control biológico de plagas (Kisaakye et al., 2021). Por otro lado, ciertas bacterias pueden contribuir a la propagación de enfermedades, afectando negativamente el cultivo de banano (Torres et al., 2009). Entre estas técnicas, la tinción de Gram se emplea para la clasificación de bacterias de Gram Positivas (+) y Gram Negativas (-), permitiendo identificar características estructurales de la pared celular que influyen en su resistencia a antibióticos y su papel en relación insecto-microorganismo. Con esta investigación, se busca generar información relevante sobre la presencia y distribución de hongos y bacterias en los artrópodos, lo que permitirá diseñar estrategias de manejo integrado (MIP) y mejorar la sostenibilidad del cultivo de banano. Los microorganismos asociados con el banano incluyen una amplia gama de bacterias y hongos que pueden desempeñar funciones benéficas o perjudiciales para la planta. Algunas bacterias, como las del género *Enterobacteriaceae*, están ampliamente presentes en la interior de la planta del banano y pueden influir en la salud de la planta, actuando como agente biocontrolador facilitando la aparición de enfermedades (Rossmann et al., 2012).



En contraste, patógenos fúngicos como *Fusarium oxysporum Cubensis* (FOC) representan una de las amenazas más graves, causando la enfermedad conocida como “mal de panamá”, la cual ha devastado plantaciones en todo el mundo (Gerda et al., 2011)

Los artrópodos que habitan en las plantaciones de banano pueden actuar como vectores de microorganismos patógenos, favoreciendo la dimensión de hongos y bacterias dentro del agroecosistema. Investigaciones recientes han identificado bacterias de los géneros *Pseudomonas*, *Burkholderia* y *Serratia*, que pueden ser beneficiosas para la planta o, en algunos casos, patógenas. (Berg et al., 2005). Esto resalta la importancia de estudiar la relación entre los artrópodos y el microbiota presente en su exoesqueleto y tracto digestivo, para desarrollar estrategias de control biológico más eficaces en las plantaciones de banano, las aplicaciones de prácticas agronómicas sostenibles y el uso de microorganismos antagónicos han surgido como estrategias prometedoras para mitigar los efectos de enfermedades fúngicas y bacterianas. Diversos estudios han demostrado que ciertos microorganismos pueden competir con patógenos por nutrientes y espacio, reduciendo su proliferación y limitando su impacto negativo en la producción (Lugtenberg y Kamilova, 2009). Sin embargo, la identificación y caracterización de estas poblaciones microbianas aún presentan un desafío significativo. En estudio previos, se han reportado la presencia de hongos como *Fusarium oxysporum Cubensis* y *Ralstonia solanacearum* sp en cultivos de banano, los cuales pueden ser transmitidos por artrópodos (Acaro y Cevallos, 2025). Se han identificado bacterias que contribuyen a la degradación de la biomasa y pueden afectar a la salud de las plantas (Viswakethu et al., 2021). En este estudio, se propone analizar la diversidad microbiana presente en los artrópodos recolectados en la finca Jorge Xavier mediante técnicas de aislamiento e identificación molecular.

Algunos autores citan metodologías para este análisis que incluye la recolección de artrópodos en diferentes zonas de la finca, seguida de la extracción e identificación de microorganismos mediante técnicas microbiológicas y de secuencia genómica (Staley et al., 2019) (Monge et al., 2024). Este estudio tiene como finalidad caracterizar la diversidad y composición de hongos y bacterias asociadas a artrópodos recolectados en las plantaciones de banano de la Agrícola Jorge Xavier. A través de un análisis microbiológico detallado, se busca comprender como estos microorganismos interactúan con

el cultivo y su entorno, con el fin de desarrollar estrategias de manejo integrado de plagas y enfermedades que contribuyan a la sostenibilidad del sector bananero.

METODOLOGÍA

La recolección de artrópodos se llevó a cabo en la Agrícola Jorge Xavier, ubicada en la parroquia Barbones, cantón El Guabo, provincia de El Oro, Ecuador. La plantación se localiza a las coordenadas geográficas 3.182505° S y 79.860979° O, en el suroeste del Ecuador, es una zona con temperatura media anual cercana a los 26 °C. El régimen de lluvias en el área presenta un rango anual entre 734 y 1800 mm, mientras que los niveles de humedad relativa varían entre el 74 % en los meses más secos y el 88 % durante los periodos más húmedos.

El muestreo fue realizado específicamente en el lote 8, fue seleccionado debido a que presentó alta incidencia de afectación en el cultivo, lo que convierte en un área representativa para el análisis entomológico y microbiológico. Las actividades de análisis se llevaron a cabo en el laboratorio del Departamento de Investigación y Desarrollo de Tecnologías Agrícolas y Biológicas (DITABA), perteneciente a AGRISUM. Este laboratorio está ubicado en el sitio El Vergel, en el kilómetro 1.5 de la vía El Guabo – Pasaje, cuenta con áreas de trabajo organizadas que permiten ejecutar los procedimientos de manera eficiente y condiciones adecuadas de seguridad.

Durante el trabajo de campo, Los artrópodos fueron recolectados mediante trampas tipo sánduche, red entomológica y muestreo directo en materia orgánica en descomposición. Con el fin de asegurar su viabilidad hasta el momento del análisis, cada espécimen fue almacenado de forma individual en tubos Falcon estériles de 50 ml. Este nos permitió mantener a los artrópodos con vida durante el proceso de transporte al laboratorio, además de facilitar el registro preciso del área de recolección correspondiente, garantizando así la identificación precisa de cada muestra.

Figura 1. Trampas.



Figura 2. Toma de muestras en campo



Figura 3 Artrópodos capturados



En el laboratorio, los artrópodos se lavaron con 10 ml de agua desionizada esterilizada (SDW). Este líquido o solución de lavado se diluyó dos veces (10-1 y 10-2) con agua desionizada (SDW)” (Montong y Salaki, 2020). Como todos los organismos vivos, los microorganismos requieren ciertos nutrientes básicos y factores físicos para el mantenimiento de su vida, estas necesidades varían según el tipo de microorganismo y es necesario conocerlas para cultivarlos en el laboratorio. (Martin, 2021).

Una vez en el laboratorio, se procedió a la preparación del medio de cultivo PDA (Papa Dextrosa Agar). Para ello, se pesaron 39 gramos del medio deshidratado, los cuales fueron disueltos en 1 litro de agua destilada. La mezcla se calentó hasta alcanzar el punto de ebullición, asegurando así la completa disolución de los componentes del medio (Atlas, 2010). Posteriormente, se distribuyó en frascos de vidrio y se esterilizó mediante autoclave a 121 °C durante 15 minutos, procedimiento estándar para la eliminación de contaminantes microbiológicos (Cappuccino y Welsh, 2008). Una vez esterilizado, en condiciones asépticas dentro de la cámara de flujo laminar, se vertieron entre 13 y 15 ml del medio en cajas de Petri estériles, dejándolas secar bajo exposición a luz ultravioleta para evitar contaminaciones (Buckley et al., 2021). Finalizado este paso, se procedió con la técnica de dilución seriada para el análisis microbiológico. Los tubos de ensayo fueron colocados en una gradilla, lo que permitió mantenerlos en posición vertical. Se adicionaron 9,9 ml de agua destilada estéril en el primer tubo y 9ml en los seis tubos restantes (Tortora et al., 2019). Posteriormente, se tomó una muestra de 0,1 ml de agua con la que se lavó el insecto y se colocó en el primer tubo, donde fue homogéneamente mezclada. A partir de esta dilución se tomó 1ml y se transfirió al segundo tubo, repitiendo el proceso sucesivamente hasta el séptimo tubo. De la última muestra se toma el 0,1 ml para inocular en la caja Petri con medio PDA, realizando la siembra en superficie (Willey et al., 2016). Cada placa fue marcada con el respectivo código de identificación y la fecha de siembra, lo cual es fundamental para el monitoreo y análisis de resultados tras el periodo de incubación de aproximadamente una semana.

Los artrópodos fueron clasificados: Miriápodos de la clave Rosa Fernández, Gregory D. Edgecombe, Gonzalo Giribet, Exploring Phylogenetic Relationships within *Myriapoda* and the Effects of Matrix Composition and Occupancy on Phylogenomic Reconstruction Arácnida de la clave Wegner, G. (2014). *A beginner-friendly key to spider families (Araneae)* (Revised ed.) (Fernández et al., 2016). IPM Institute of North America.



Diptera de la calve Jarlan, A., Oliveira, D. de, & Gingras, J. (1997). Pollination by *Eristalis tenax* (Diptera: Syrphidae) and seed set of greenhouse sweet pepper

Coleóptera de la clave Kuschel, G. (1972). *The Cosmopolites banana weevils (Coleoptera: Curculionidae)*. Pacific Insects

Diptera de la calve Mandal, S. (2023). Short notes on bionomics and taxonomy of *Sarcophaga (Parasarcophaga) albiceps* (Meigen, 1826): A fly of veterinary importance.

Descripción de los artrópodos capturados y analizados en laboratorio

Tabla 1

Nombre común	Mil pies rayados	
Nombre científico	<i>Anadenobolus monilicornis</i>	
Código	Mr	

Tabla 2

Nombre común	Araña lobo	
Nombre científico	<i>Hogna carolinesis</i>	
Código	Al	

Tabla 3

Nombre común	Gusano cola de rata	
Nombre científico	<i>Eristalis tenax</i>	
Código	Gr	

Tabla 4

Nombre común	Picudo negro	
Nombre científico	<i>Cosmopolites sordilus</i>	
Código	Pg	

Tabla 5

Nombre común	Mosca carroñera	
Nombre científico	<i>Sarcophaga spp</i>	
Código	Mc	

Tinción de Gram

Aplicamos la tinción de Gram para la identificación y clasificación de bacterias aisladas de los artrópodos recolectados en el cultivo de banano. Esta prueba nos permite diferenciarlas en dos grupos: Gram positivas (+) y Gram negativas(-) , según la estructura de su pared celular.

La morfología de los microorganismos puede ser observada a partir de preparados frescos o fijos y, teñidos por algunos de los métodos de tinción conocidas; ya que, por su misma estructura son difíciles de visualizar en su estado natural. Las tinciones microbiológicas y los procedimientos de tinción en unión con la microscopía de luz son una herramienta básica importante en microbiología, permitiendo estudiar las propiedades de los microorganismos y su división en grupos específicos para propósitos diagnósticos (Martin, 2021).

La tinción de Gram es una técnica de coloración diferencial utilizada ampliamente en microbiología para clasificar las bacterias en dos grandes grupos: Gram positivas (+) Gram negativas (-), según la composición estructural de su pared celular. Fue desarrollada en 1884 por el científico danés Hans Cristian Gram, y desde entonces ha sido fundamental para el diagnóstico clínico y la investigación microbiológico (Ahmad et al., 2017)

La función principal de la tinción de Gram es identificar de manera rápida y preliminar el tipo de bacteria presente en una muestra, facilitando la elección o tratamiento antimicrobiano adecuado y permitiendo una orientación inicial del diagnóstico (Staley et al., 2019). Además, esta técnica es clave en los estudios taxonómicos, ecológicos y de resistencia bacteriana.

Figura 4. Reactivos y materiales



Figura 5 y 6. Proceso de preparación de muestras



Método de la cinta adhesiva

Este método se aplica en la agricultura principalmente para la identificación rápida y segura de hongos fitopatógenos, los cuales son responsables de numerosas enfermedades que afectan los cultivos. El método seguro y eficaz de contacto con cinta adhesiva consiste en utilizar un aplicador, alrededor del cual se enrolla la cinta con el lado adhesivo expuesto, realizando un corte de aproximadamente 1,27 cm desde el extremo libre. Posteriormente, la cinta se aplica suavemente sobre la colonia fúngica para recoger estructuras como esporas o hifas, y luego se coloca, con el lado adhesivo hacia abajo, sobre una gota de medio de montaje, comúnmente azul de lactofenol, en un cubreobjetos. Este procedimiento permite obtener preparaciones de alta calidad para su observación microscópica, minimizando la manipulación directa y reduciendo el riesgo de contaminación, siendo una técnica recomendada para la identificación de hongos fitopatógenos en el ámbito agrícola (Harris, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Géneros bacterianos aislados

En la muestra identificada con el código MR, se observa el crecimiento de *Bacillus subtilis*, una bacteria Gram positiva (+), ampliamente reconocida por su capacidad de formar endosporas y su papel beneficioso en ambientes agrícolas. En la imagen de la placa Petri se evidencian colonias blancas, opacas y con bordes irregulares, características de esta especie.

En la imagen del microscopio, se visualizan células bacilares organizadas en cadenas largas y teñidas de color púrpura intenso, indicando la retención del cristal violeta en la tinción de Gram. Esta bacteria fue aislada de artrópodos capturados en plantas de banano, lo que sugiere su posible papel como microbio endógeno con funciones benéficas, como la promoción del crecimiento vegetal (PGPB) como lo indica (Sun et al., 2021), producción de enzimas hidrolíticas y antagonismo frente a patógenos del suelo. Según sus características morfológicas observadas es la bacteria *Bacillus subtilis*.

Tabla 6	
Mil Pies Rayados Mr (Tabla 1)	
Caja De Petri De Bacteria Mr 05/12/2024-12/12/2024	
Bacteria En Microscopio (Bacillus Subtilis)	
	Células Bacterianas Teñidas De Color Púrpura Con Morfología Bacilar Y Agrupamientos Irregulares.

Se puede observar en la primera imagen, correspondiente a una caja de Petri, el crecimiento de colonias bacterianas con morfología circular, bordes definidos y aspecto mucoso. Estas características son consistentes con lo descrito para bacterias del género *Klebsiella* spp. En la segunda imagen, obtenida mediante tinción de Gram, se visualizan bacilos cortos de color rosado, confirmando que se trata de bacterias Gram negativas (-). Esta coloración responde a la composición de su pared celular, caracterizada por una delgada capa de peptidoglicano y una membrana externa que impide la retención del cristal violeta.

Según las características morfológicas observadas, se infiere que corresponde a *Klebsiella* spp., lo cual coincide con lo reportado por (Li et al., 2022), quienes aislaron cepas de *Klebsiella* con características similares y funciones benéficas en la promoción del crecimiento vegetal, incluyendo resistencia al estrés abiótico, producción de fitohormonas y solubilización de nutrientes.

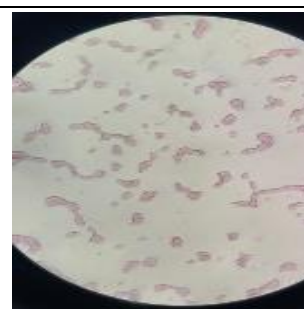
Tabla 7

Araña Lobo AL (Tabla 2)

Caja de Petri de bacteria AL



Bacteria en microscopio
(*Klebsiella* spp)



Bacterias con forma de bacilos cortos de coloración rosada distribuidos de manera dispersa.

Se puede observar en la caja de Petri de la muestra GR el crecimiento de colonias bacterianas pequeñas, de forma circular, superficie convexa y bordes definidos, distribuidas de forma dispersa sobre el medio de cultivo. Estas características corresponden al patrón típico de crecimiento de *Enterobacter cloacae*, una bacteria del grupo de los *enterobacterales*. En la micrografía obtenida mediante tinción de Gram, se visualizan numerosos bacilos teñidos de color rosado, lo cual indica que se trata de una bacteria Gram Negativa (-). Esta coloración se debe a que la pared celular del microorganismo es delgada y no retiene el cristal violeta tal y como lo comprobó (Macedo et al., 2019), permitiendo el paso del colorante de contraste (safranina). Según sus características morfológicas observadas es la bacteria *Enterobacter cloaca*.

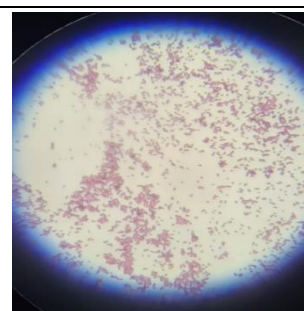
Tabla 8

Gusano Cola De Rata GR (tabla 3)

Caja de Petri de bacteria GR



Bacteria en microscopio
(Enterobacter cloaca)



Bacilos teñidos de color rosado, cortos, en pequeños grupos.

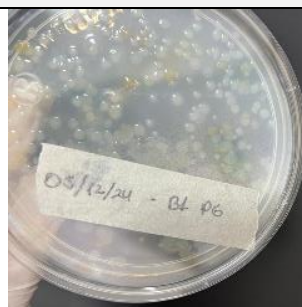
En la caja de Petri correspondiente al aislamiento PG se observa el crecimiento de colonias bacterianas grandes, mucosas, de bordes lisos y superficie brillante y húmeda, características típicas de bacterias del género *Klebsiella* spp. La distribución homogénea de las colonias sobre la superficie del medio evidencia una alta capacidad de proliferación bajo condiciones de laboratorio favorables. Por otro lado, en la imagen obtenida mediante tinción de Gram se visualizan bacilos cortos teñidos de color rosado, dispuestos de manera dispersa en el campo, lo que confirma que se trata de bacterias Gram negativas. Según las características morfológicas observadas, se infiere que corresponde a *Klebsiella* spp.

Cabe destacar que este género se caracteriza por la formación de colonias mucoides debido a la presencia de una cápsula, su morfología de bacilos Gram negativos (-) no móviles y su amplia distribución en ambientes como suelos, agua, plantas e incluso artrópodos, lo que concuerda con lo reportado por (Dantur et al., 2018).

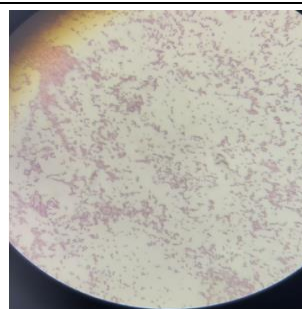
Tabla 9

Picudo Negro PG (tabla 4)

Caja de Petri de bacteria PG



Bacteria en microscopio
(Klebsiella spp)



Bacilos cortos teñidos de color rosado de manera dispersa.

Tipo de Hongo Aislado

Durante el proceso de aislamiento y caracterización morfológica de hongos en medio de cultivo PDA (Papa Dextrosa Agar), se observó una colonia fúngica con características distintivas que permitieron avanzar en su identificación preliminar. En la caja Petri se aprecia una colonia de crecimiento circular, con márgenes definidos y una textura superficial algodonosa. La colonia presenta un centro de color verde oscuro, mientras que los bordes externos exhiben un micelio blanco, denso y lanoso, lo cual es indicativo de un crecimiento activo del micelio hacia la periferia. La visión inferior de la colonia permite observar una coloración homogénea en tonos oscuros y un patrón radial estrellado característico del género *Penicillium*, que suele manifestarse cuando el micelio penetra en la profundidad del medio. A nivel microscópico se observaron hifas septadas, conidióforos ramificados en forma de pincel y conidios lisos en cadenas cortas, lo que coincide con hallazgos similares en estudios previos (Sawant et al., 2023).

La presencia de este hongo en ambientes agrícolas con residuos orgánicos también ha sido reportada en suelos contaminados y medios agrícolas, lo que sugiere su adaptación y posible rol en la degradación de materia orgánica. Según sus características morfológicas observadas y más específicamente, del género *Penicillium* y su especie *Penicillium chrysogenum*.

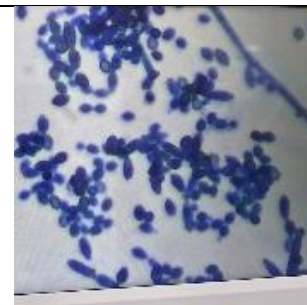
Tabla 10

Mosca Carroñera (Tabla 5)

Caja de Petri de hongo AT



Hongo en microscopio
(*Penicillium chrysogenum*)



Hifas septadas,
conidióforos ramificados,
fiálides alargadas y
conidios elípticos.

CONCLUSIÓN

El análisis microbiológico realizado en artrópodos capturados en la plantación de banano de la finca Agrícola Jorge Xavier evidenció la presencia de una diversidad significativa de microorganismos con potencial relevancia en el ecosistema agrícola. A través del aislamiento e identificación microbiológica, se detectaron bacterias pertenecientes a los géneros *Bacillus*, *Klebsiella* y *Enterobacter*, así como hongos del género *Penicillium*. Estos resultados confirman que los artrópodos actúan como vectores microbianos, facilitando la diseminación de microorganismos que pueden tener efectos tanto beneficiosos como perjudiciales sobre los cultivos.

La presencia de bacterias del género *Bacillus*, ampliamente conocido por su actividad antagonista contra fitopatógenos, sugiere un posible rol en el control biológico. Sin embargo, la identificación de géneros como *Klebsiella* y *Enterobacter*, asociados a procesos de descomposición o enfermedades, plantea la necesidad de un monitoreo más exhaustivo. En cuanto al hongo *Penicillium*, su capacidad para producir metabolitos secundarios también puede influir en la dinámica microbiana del agroecosistema.

Estos hallazgos subrayan la importancia de incluir el monitoreo microbiano de artrópodos dentro de las estrategias de manejo integrado del cultivo. Comprender la diversidad, abundancia y función ecológica de los microorganismos asociados permitirá desarrollar medidas sostenibles para mitigar enfermedades, mejorar la salud del suelo y garantizar una producción bananera más resiliente y eficiente.

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro agradecimiento a la empresa de Agrisum por brindarnos la oportunidad y permitirnos realizar nuestra investigación en su laboratorio. Su colaboración fue fundamental para el desarrollo de nuestra investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acaro , B. P., y Cevallos, S. (2025). Hongos asociados al cultivo de banano (*Musa* spp.) con potencial biotecnológico para el desarrollo de inoculantes. *Revista de Ciencias de la Vida*, 12(1).
<https://doi.org/https://doi.org/10.29166/siembra.v12i1.7053>
- Ahmad, N., Alspaugh, A., Drew, L., Lagunoff, M., Pottinger, P., Reller, B., . . . Weissman, S. (2017). *Sherris Medical Microbiology*. McGraw-Hill Education.
- Atlas, R. M. (2010). *Handbook of Microbiological Media*. CRC Press, 4(13).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1201/EBK1439804063>
- Berg, G., Eberl, L., y Hartmann, A. (2005). The rhizosphere as a reservoir for opportunistic humanpathogenic bacteria. *Environmental Microbiology*, 7(11).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2005.00891.x>
- Buckley, D., Stahl, D., Bender, K., Madigan, M., y Sattley, M. (2021). *BROCK. BIOLOGY OF MICROORGANISMS*. Pearson Global Editions, 16.
https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781292405063_A42098415/preview-9781292405063_A42098415.pdf



- Cappuccino, J., y Welsh, C. (2008). Microbiology a laboratory manual. Pearson Education Limited, 11(569). https://archive.org/details/microbiologylabo0000capp_v2t7
- Chakraborty, A. (2022). ShortNotes on Bionomics and Taxonomy of Sarcophaga (Parasarcophaga) albiceps(Meigen,1826), a Fly of Veterinary Importance. ACTA SCIENTIFIC VETERINARY SCIENCES. <https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/372940007>
- Dantur, K., Chalfoun, N., Claps, M., Tórtora, M., Silva, C., Jure, Á., . . . Welin, B. (2018). The Endophytic Strain Klebsiella michiganensis Kd70 Lacks Pathogenic Island-Like Regions in Its Genome and Is Incapable of Infecting the Urinary Tract in Mice. Frontiers in Microbiology, 9. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01548>
- Enoh, A. C., Akoachere, J. F., Fossi, T. B., Membang, G., Ngatat, S., Kuate, A. F., . . . Fiaboe, K. M. (2024). Potential of Cameroonian isolates of Beauveria bassiana and Metarhizium anisopliae for the biocontrol of the banana aphid, Pentalonia nigronervosa, vector of banana bunchy top virus. PLOS ONE, 19(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0310746>
- Eyiuiche, J., Šustr, V., Brune, A., y Angel, R. (2024). Functional similarity, despite taxonomical divergence in the millipede gut microbiota, points to a common trophic strategy. ISME Communications. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s40168-023-01731-7>
- Fernández, R., Edgecombe, G., y Giribet, G. (2016). Exploring Phylogenetic Relationships within Myriapoda and the Effects of Matrix Composition and Occupancy on Phylogenomic Reconstructio. Systematic Biology. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/sysbio/syw041>
- Gerda, F., Steenkamp, E., Ploetz, R., Gordon, T., y Viljoen, A. (2011). Current status of the taxonomic position of Fusarium oxysporum formae specialis cubense within the Fusarium oxysporum complex. Infection, Genetics and Evolution, 11(3). <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2011.01.012>
- Harris, J. (2000). Safe, Low-Distortion Tape Touch Method for Fungal Slide Mounts. American Society For Microbiology, 38(12). <https://doi.org/https://doi.org/10.1128/jcm.38.12.4683-4684.2000>



- Jarlan , A., Oliveiha , D., y Gingra, J. (1997). Effects of *Eristalis tenax* (Diptera: Syrphidae) Pollination on Characteristics of Greenhouse Sweet Pepper Fruits. *Journal of Economic Entomology*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1093/jee/90.6.1650>
- Kisaakye, J., Fourie, H., Coyne, D., Cortada, L., Masinde, S., Subramanian, S., y Haukeland, S. (2021). Evaluation of the Entomopathogenic Potential of *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* and *Isaria fumosorosea* for Management of *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). *MDPI Open Access Journals*, 11(1290).
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agriculture11121290>
- Li, Q., Huang, Z., Deng, C., Lin, K.-H., Hua, S., y Chen, S.-P. (2022). Endophytic *Klebsiella* sp. San01 promotes growth performance and induces salinity and drought tolerance in sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *Journal of Plant Interactions*, 17.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/17429145.2022.2077464>
- Lin, X., Ba, X.-W., Zhang, C.-Y., Song, H.-Y., y Xiao, D.-G. (2014). Effects of MIG1, TUP1 and SSN6 deletion on. *Microbial Cell Factories*, 13(93). <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12934-014-0093-4>
- Lugtenberg, B., y Kamilova, F. (2009). Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria. *Annual Review of Microbiology*, 63(56). <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.62.081307.162918>
- Macedo, G., Valdez, B., Prado, F., Prieto, K., Yamaguchi, L., Kato, M., . . . Beltrán, M. (2019). *Enterobacter cloacae*, an Endophyte That Establishes a Nutrient-Transfer Symbiosis With Banana Plants and Protects Against the Black Sigatoka Pathogen. *Frontiers in Microbiology*, 10. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00804>
- Martin, J. (2021). ANAL-005-Microbiologia-general. *Dirección de bromatología de neuquen*, 28.
<https://doi.org/10.20902/IJCTR.2019.130124>
- Monge, B. U., Carmona, R. A., Rodríguez, I. H., y Padilla, W. P. (2024). Identificación morfológica y molecular de potenciales hongos nematófagos en fincas bananeras de la región Huetar Atlántica de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 48(2).
<https://doi.org/https://doi.org/10.15517/rac.v48i2.62489>



- Montong, V., y Salaki, C. (2020). Insects as Carriers of *Ralstonia solanacearum* Phylotype IV on Kepok Banana Flowers in South Minahasa and Minahasa Districts. *International Journal of ChemTech Research*, 13(01). <https://doi.org/10.20902/IJCTR.2019.130124>
- Munro, H., Mondor, E., y Lampert, E. (2019). The microbiome of pest insects: It is not just bacteria. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 167(5). <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/eea.12767>
- Rossmann, B., Müller, H., Smalla, K., Mpiira, S., Baptist, J., Staver, C., y Berg, G. (2012). Banana-Associated Microbial Communities in Uganda Are Highly Diverse but Dominated by Enterobacteriaceae. *American Society for Microbiology*, 7(11). <https://doi.org/https://doi.org/10.1128/aem.00772-12>
- Sawant , A., Navale, V., y Vamkudoth, K. (2023). Isolation and Molecular Characterization of Indigenous *Penicillium chrysogenum/rubens* Strain Portfolio for Penicillin V Production. *Microorganisms*, 11. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/microorganisms11051132>
- Staley, E., Grossman, B., y Missouri, L. (2019). Blood Safety in the United States: Prevention, Detection, and Pathogen Reduction. *ScienceDirect*, 41(17). https://www.researchgate.net/publication/335536023_Blood_Safety_in_the_United_States_Prevention_Detection_and_Pathogen_Reduction
- Sun, Y., Huang, B., Cheng, P., Li, C., Chen, Y., Li, Y., . . . Yu, G. (2021). Endophytic *Bacillus subtilis* TR21 Improves Banana Plant Resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* and Promotes Root Growth by Upregulating the Jasmonate and Brassinosteroid Biosynthesis Pathways. <https://doi.org/https://doi.org/10.1094/PHYTO-04-21-0159-R>
- Torres, J., Rodríguez, H. A., Rodríguez, E., y Arango, R. (2009). Aspectos bioquímicos de la resistencia del banano (*Musa acuminata*) al ataque del hongo *Mycosphaerella fi jiensis* Morelet. *Revista Tumbaga*, 4(58-96). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3632059>
- Tortora, G., Funke, B., Case, C., Bair, W., y Derek, D. (2019). *Microbiology: An Introduction* (13th Edition). Pearson Global Editions, 13. <https://es.scribd.com/document/767121673/Microbiology-an-Introduction-13th-Edition-pdf>



- Viswakethu, V., Balakrishanan, P., Murugan, L., Narayana, B., y Subbaraya, U. (2021). Entomopathogenic fungi as a promising biological control agent against banana fruit scarring beetle, *Basilepta subcostata* (Jac.) (Chrysomelidae: Coleoptera). Egyptian Journal of Biological Pest Control, 31(53). <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s41938-021-00382-w>
- Wegner, G. (2014). Spider Identification Guide. The Chemical Company. <https://doi.org/https://ipminstitute.org/wp-content/uploads/2016/06/Spider-Guide-Wegner-BASF-Revised-12-2-14.pdf>
- Willey, J., Sherwood, L., y Woolverton, C. (2016). Prescott Microbiology 10th Edition. McGraw-Hill Education, 1.
- Zimmerman, E. (1972). THE COSMOPOLITES BANANA WEEVILS. Pacific Insects. <https://doi.org/https://hbs.bpbmwebdata.org/pi/pdf/10%282%29-295.pdf>

