

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

BACTERIAS GRAM NEGATIVAS (-) QUE AFECTAN AL CULTIVO DE BANANO EN CINCO CANTONES DEL SUR DEL ECUADOR

**GRAM-NEGATIVE BACTERIA (-) AFFECTING
BANANA CULTIVATION IN FIVE CANTONS
OF SOUTHERN ECUADOR**

Cristhel Mayely Salazar Florin
Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Oswaldo Mike Orellana Castillo
Universidad Técnica de Machala, Ecuador

José Nicasio Quevedo Guerrero
Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Ivanna Gabriela Tuz-Guncay
Universidad Técnica de Machala, Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i4.19113

Bacterias Gram Negativas (-) que Afectan al Cultivo de Banano en Cinco Cantones del sur del Ecuador

Cristhel Mayely Salazar Florin¹csalazar5@utmachala.edu.ec<https://orcid.org/0009-0000-9699-4211>Universidad Técnica de Machala
Ecuador**Oswaldo Mike Orellana Castillo**oorellana@utmachala.edu.ec<https://orcid.org/0009-0005-6956-1839>Universidad Técnica de Machala
Ecuador**José Nicasio Quevedo Guerrero**jnquevedo@utmachala.edu.ec<https://orcid.org/0000-0002-8974-5628>Universidad Técnica de Machala
Ecuador**Ivanna Gabriela Tuz-Guncay**ituz@utmachala.edu.ec<https://orcid.org/0000-0003-0085-3495>Universidad Técnica de Machala
Ecuador

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la diversidad de bacterias Gram negativas (-) que afectan al cultivo de banano (*Musa x paradisiaca*) en cinco cantones de la provincia de El Oro: Machala, Santa Rosa, Pasaje, El Guabo y Arenillas, zonas con significativa actividad bananera en el sur de Ecuador. Se realizaron muestreos en diez fincas (dos por cantón), recolectando muestras de tejidos vegetales (raquis, dedos, flores, pseudotallo y raíces), así como suelo y agua de riego. Las muestras fueron sembradas en agar nutritivo, incubadas, aisladas y sometidas a tinción de Gram. A través de observaciones microscópicas y análisis morfológicos se identificaron once géneros bacterianos: *Ralstonia solanacearum*, *Dickeya*, *Pectobacterium*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Pantoea*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Stenotrophomonas* y *Chromobacterium*. La distribución de estos géneros se asoció a factores edafoclimáticos, niveles de humedad, prácticas agronómicas y manejo fitosanitario local. *Ralstonia solanacearum* mostró su mayor incidencia en Pasaje (32,3%), mientras que *Pectobacterium* tuvo presencia en todas las zonas, evidenciando su alto grado de adaptabilidad. Machala y El Guabo exhibieron mezclas de bacterias patógenas y oportunistas, mientras que Santa Rosa presentó una menor carga patógena. Arenillas destacó por su elevada incidencia de *Dickeya*. Los resultados ponen de manifiesto la necesidad de establecer estrategias de control bacteriano diferenciadas por cantón, considerando las particularidades ecológicas y el perfil bacteriano predominante en cada zona. Este enfoque permitirá mejorar el manejo fitosanitario del cultivo, reducir pérdidas productivas y fortalecer la resiliencia de los sistemas agrícolas locales.

Palabras clave: banano, bacterias fitopatógenas, gram negativas (-), diversidad microbiana, *ralstonia solanacearum*

¹ Autor principal

Correspondencia: csalazar5@utmachala.edu.ec

Gram-Negative Bacteria (-) Affecting Banana Cultivation in Five Cantons of Southern Ecuador

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the diversity of Gram-negative (-) bacteria affecting banana crops (*Musa x paradisiaca*) in five cantons of El Oro province: Machala, Santa Rosa, Pasaje, El Guabo, and Arenillas—areas with significant banana production in southern Ecuador. Sampling was carried out on ten farms (two per canton), collecting plant tissues (rachis, fingers, flowers, pseudostem, and roots), as well as soil and irrigation water. Samples were cultured on nutrient agar, incubated, isolated, and subjected to Gram staining. Based on microscopic observations and morphological analysis, eleven bacterial genera were identified: *Ralstonia solanacearum*, *Dickeya*, *Pectobacterium*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Pantoea*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Stenotrophomonas*, and *Chromobacterium*. The distribution of these genera was associated with edaphoclimatic factors, humidity levels, agricultural practices, and local phytosanitary management. *Ralstonia solanacearum* showed the highest incidence in Pasaje (32.3%), while *Pectobacterium* was detected in all zones, indicating high adaptability. Machala and El Guabo exhibited mixed profiles of pathogenic and opportunistic bacteria, whereas Santa Rosa showed a more balanced microbial load. Arenillas stood out due to a high incidence of *Dickeya*. These results highlight the need to implement differentiated bacterial control strategies by canton, considering the ecological conditions and predominant bacterial genera in each area. Such an approach would improve phytosanitary management, reduce productivity losses, and strengthen the resilience of local banana-growing agroecosystems.

Keywords: banana, phytopathogenic bacteria, gram-negative, microbial diversity, *ralstonia solanacearum*

Artículo recibido 05 julio 2025
Aceptado para publicación: 25 julio 2025



INTRODUCCIÓN

El cultivo de banano (*Musa x paradisiaca*) constituye uno de los pilares fundamentales de la economía agrícola ecuatoriana. En particular, la provincia de El Oro representa una de las principales zonas productoras del país, con sistemas de cultivo que abarcan desde prácticas convencionales hasta enfoques agroecológicos. Esta actividad no solo sostiene miles de empleos rurales, sino que también posiciona al país como uno de los líderes en exportación a nivel internacional.

No obstante, el banano enfrenta múltiples amenazas fitosanitarias que comprometen su productividad y la calidad del fruto. Entre estas, las enfermedades causadas por bacterias Gram negativas (-) han aumentado en los últimos años, afectando distintos tejidos vegetales y ocasionando pérdidas económicas significativas. Estas bacterias tienen la capacidad de colonizar estructuras como raíces, pseudotallo, raquis, flores y dedos, provocando síntomas como necrosis, pudrición húmeda y marchitamiento (Agrocalidad, 2022).

Géneros como *Dickeya* y *Pectobacterium* han sido reportados como responsables de pudriciones blandas en el pseudotallo y los racimos, especialmente en cultivos con acumulación de materia orgánica en descomposición y manejo inadecuado de residuos. Su presencia suele estar asociada a climas cálidos y húmedos, característicos de la costa ecuatoriana (Toaza et al., 2024). Además de estos patógenos primarios, se ha evidenciado la presencia de bacterias oportunistas como *Enterobacter*, *Serratia*, *Klebsiella* y *Acinetobacter*, cuya proliferación está relacionada con suelos mal drenados, alta humedad y condiciones anaeróbicas. Aunque no siempre generan enfermedades directamente, estas bacterias pueden debilitar las plantas y facilitar la entrada de patógenos más agresivos (Zhou et al., 2019).

Por otra parte, algunas especies del género *Pseudomonas* han mostrado un efecto benéfico en la supresión de patógenos, actuando como agentes de biocontrol en suelos con equilibrio microbiano. Estas bacterias compiten por espacio y nutrientes, y producen sustancias antimicrobianas que inhiben el desarrollo de microorganismos dañinos (Vera-Loor et al., 2021).

Frente a este panorama, el estudio de la diversidad bacteriana en zonas bananeras se vuelve fundamental para comprender la dinámica microbiana del cultivo y diseñar estrategias de control adaptadas a cada entorno. La identificación de géneros predominantes por cantón permite orientar acciones fitosanitarias más efectivas, considerando las condiciones particulares de cada zona.



Este estudio tuvo como objetivo identificar la diversidad de bacterias Gram negativas (-) presentes en cinco cantones de la provincia de El Oro: Machala, Santa Rosa, Pasaje, El Guabo y Arenillas. A través del análisis morfológico y microscópico de aislamientos bacterianos obtenidos de raíces, suelo, pseudotallo, flores, dedos y agua de riego, se buscó establecer patrones de distribución por cantón y aportar información útil al manejo sanitario del cultivo.

METODOLOGÍA

La presente investigación fue de carácter descriptivo, orientado a identificar la diversidad de bacterias Gram negativas (-) asociadas al cultivo de banano en el sector sur del Ecuador. El trabajo se realizó en diez fincas bananeras distribuidas en cinco cantones de la provincia de El Oro. Se seleccionaron dos fincas por cantón, priorizando lotes con sintomatología visible de enfermedades bacterianas. Y el procedimiento de identificación se realizó siguiendo los protocolos microbiológicos establecidos y se fundamentó en Bergey's Manual (Bergey et al., 2005), aplicando también observación microscópica tras tinción de Gram (Tortora, Funke, & Case, 2020). Se realizó en el laboratorio de sanidad de la FCA UTMACH

La Tabla 1 muestra las coordenadas geográficas del sitio donde se recolectaron las muestras:

Tabla 1. Coordenadas geográficas

N.	Canton	Nombre de la finca	Latitud	Longitud
1	Machala	Farinango	3°17'57"S	79°56'47"W
2	Machala	Santa Inés	3°17'27"S	79°54'41"W
3	El Guabo	Santa Rita	3°16'03"S	79°49'37"W
4	El Guabo	Sarahi	3°15'04"S	79°49'00"W
5	Santa Rosa	La Romero	3°27'55"S	79°58'29"W
6	Santa Rosa	La Gemela	3°27'56"S	79°54'24"W
7	Pasaje	Esperanza	3°17'42"S	79°50'40"W
8	Pasaje	Montecel	3°21'28"S	79°52'35"W
9	Arenillas	La Esperanza	3°32'24"S	80°12'31"W
10	Arenillas	Eva Francis	3°32'03"S	80°12'22"W

Muestreo en campo

Se identificaron lotes con sintomatología evidente de bacteriosis, tales como pudrición, clorosis, malformaciones en racimos y signos generales de debilitamiento.

Para el muestreo, se seleccionaron plantas adultas con desarrollo completo del follaje que presentaban evidencias claras de enfermedad. Las muestras recolectadas incluyeron tejido del suelo (hasta 30 cm de profundidad), raíces, pseudotallo (discos de 10 cm de ancho a 50 cm del cormo), tejido reproductivo (dedos de la última mano, brácteas y flores masculinas), así como agua de riego proveniente de aspersores y reservorios. Todo el material fue recolectado bajo condiciones estériles y trasladado el mismo día al laboratorio para su procesamiento, siguiendo criterios metodológicos similares a los descritos por Castro-Mondaca et al. (2020), quienes destacan la importancia de considerar la sintomatología visible y la recolección de múltiples tejidos para estudios microbiológicos en banano.

Figura 1. Registro fotográfico de las actividades de muestreo fitosanitario en plantaciones de banano

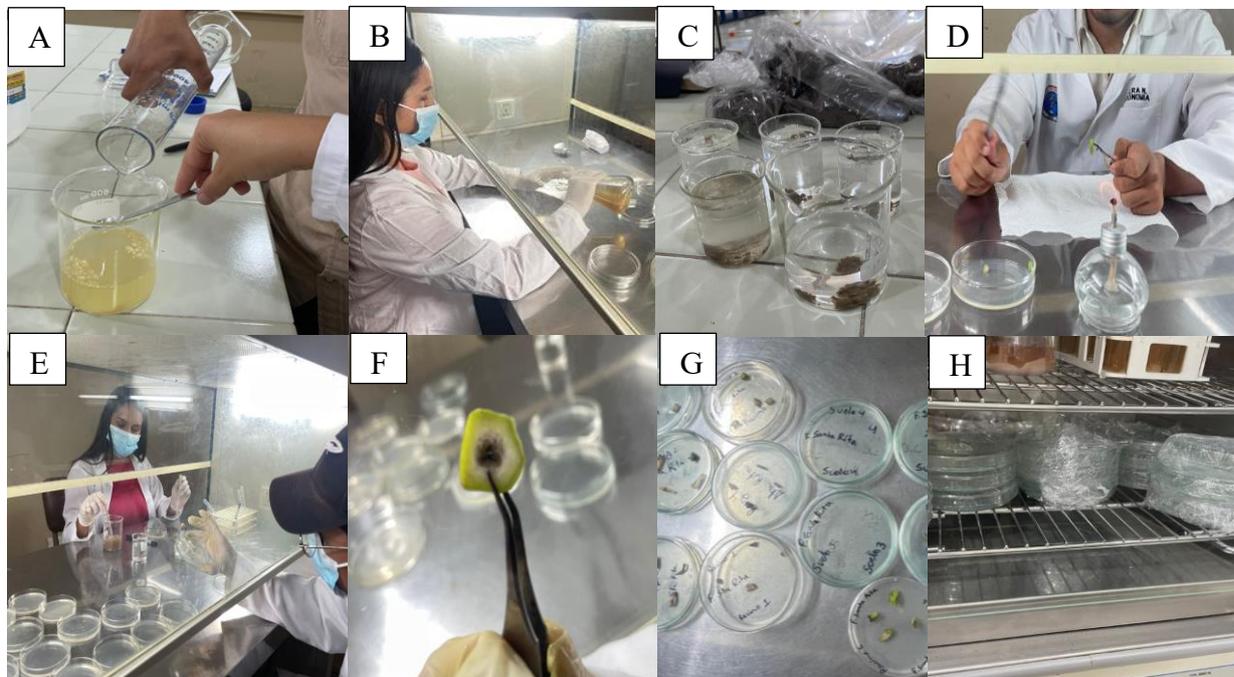


A) Corte transversal del pseudotallo donde se observa pudrición en Finca Sarahi, El Guabo. B) Planta con síntomas de bacteriosis en Finca Montecel, Pasaje. C) Pseudotallo con necrosis interna en Finca La Romero, Santa Rosa. D) Dedos de banano con signos de necrosis compatibles con bacteriosis en Finca Sta. Rita, El Guabo. E) Toma de muestra de agua de riego en Finca Eva Francis, Arenillas. F) Extracción de suelo y raíces en Finca Sarahi, El Guabo. G) Toma de muestra de suelo y raíces en lote afectado anteriormente con mosaico en Finca Farinango, Machala. H) Planta con síntomas de bacteriosis en Finca La Esperanza, Arenillas.

Procesamiento de muestras en laboratorio

Para sembrar las muestras recolectadas, se preparó medio de cultivo agar nutritivo (7 g en 250 ml de agua destilada), el cual fue clarificado por microondas, esterilizado en autoclave por 2 horas y vertido asépticamente en cajas Petri bajo flujo laminar. Las muestras sólidas fueron seccionadas con bisturí estéril y depositadas en el medio. Las muestras de suelo se prepararon mediante disolución (1 g/100 ml) y siembra por goteo, mientras que el agua fue sembrada directamente en las cajas. Las placas fueron selladas e incubadas entre 24 y 48 horas para permitir el desarrollo microbiano, siguiendo los protocolos microbiológicos estándar descritos por Benson (2017).

Figura 2. Registro del proceso de preparación, siembra y cultivo bacteriano de muestras fitosanitarias en laboratorio.



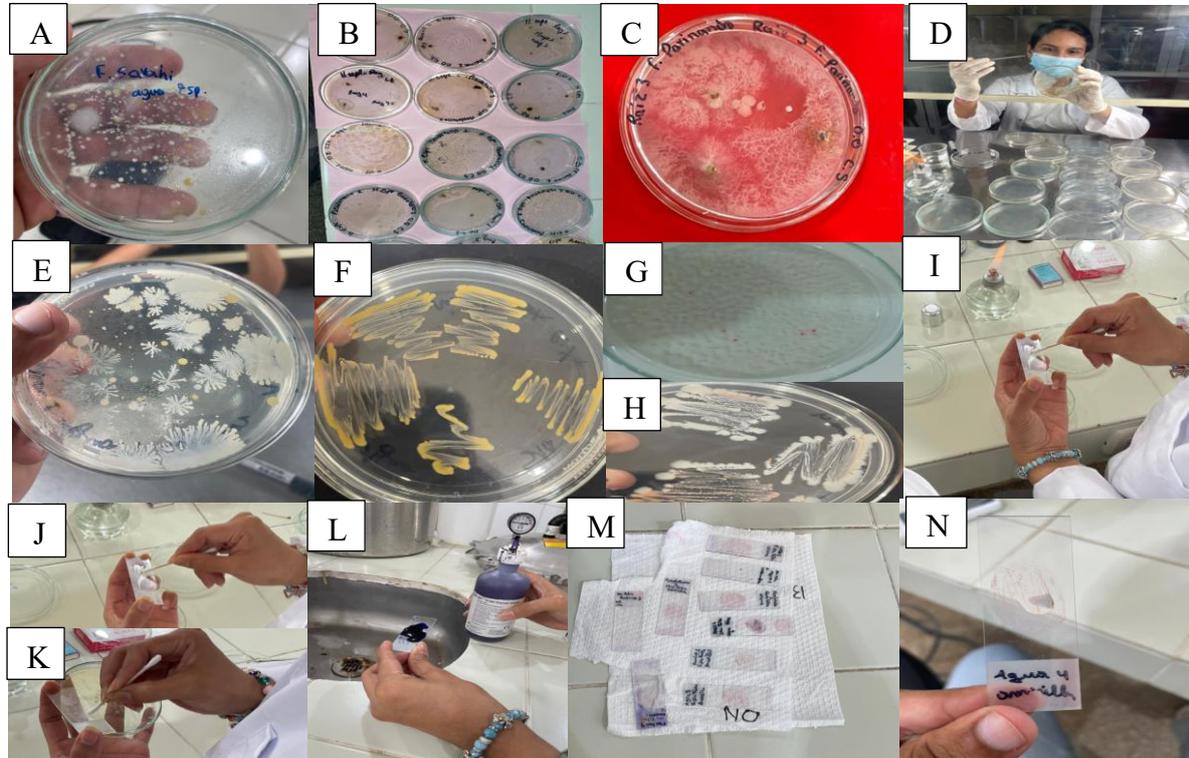
A) Preparación del agar nutritivo. B) Vertido del medio en condiciones estériles bajo flujo laminar. C) Preparación de disoluciones de suelo para siembra. D) Siembra de tejidos vegetales. E) Siembra de muestras de suelo. (F) Sección de tejido de dedo de banano con necrosis. G) Etiquetado y organización de cajas Petri. H) Incubación de las placas a 24–48 horas.

Aislamiento y tinción de bacterias

Una vez observadas las colonias bacterianas en las placas de cultivo primario, se procedió al aislamiento siguiendo el protocolo de aislamiento microbiológico descrito por Benson (2017).

Las colonias puras seleccionadas fueron sometidas a caracterización morfológica mediante tinción de Gram conforme al procedimiento detallado por Cappuccino y Welsh (2019).

Figura 3. Proceso de aislamiento, purificación y tinción de colonias bacterianas obtenidas de muestras de banana.

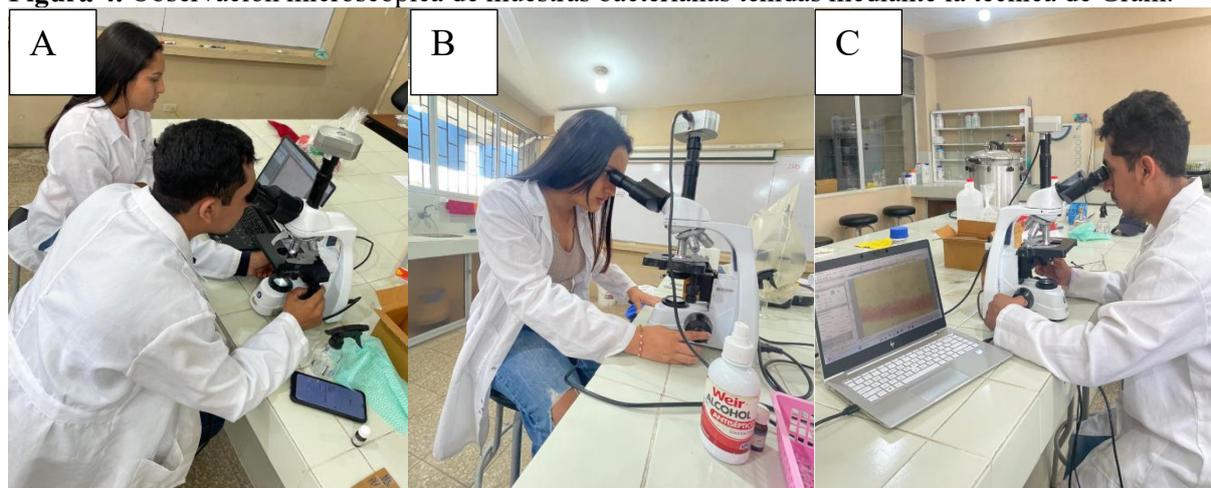


A) Placa con colonias bacterianas mixtas de la Finca Sarahi. B) Conjunto de placas provenientes de distintos aislamientos en Finca Esperanza. C) Placa Petri proveniente de siembra de tejido radicular de la Finca Farinango. D) Aislamiento. E) Colonias con morfología diversa. F) Cepa aislada con pigmentación amarilla en estrías. G) Colonia color rojo en desarrollo. H) Purificación de cepas por estrías. I) Preparación de frotis bacteriano. J–K) Aplicación de muestra sobre portaobjetos. L) Adición de colorante de Gram. M) Portaobjetos preparados en secado. N) Lámina rotulada lista para observación microscópica.

Identificación de bacterias

Se realizó la observación con microscopio óptico utilizando el objetivo de inmersión 100x. La identificación se basó en la morfología celular, agrupación, tinción de Gram y comparación con literatura especializada, incluyendo Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (2ª ed., vol. 2 y 4) y Plant Pathology (Agrios, 2005).

Figura 4. Observación microscópica de muestras bacterianas teñidas mediante la técnica de Gram.



A) Ajuste del objetivo de inmersión y enfoque de la muestra. B) Visualización directa de morfología y agrupación bacteriana. C) Registro digital de la imagen observada mediante software acoplado al microscopio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron bacterias Gram Negativas (-) a partir de 129 muestras recolectadas. Se identificaron un total de once géneros bacterianos con diferentes frecuencias y distribuciones por cantón, *Ralstonia solanacearum*, *Dickeya*, *Pectobacterium*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Pantoea*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Stenotrophomonas* y *Chromobacterium*.

La tabla 2 presenta el porcentaje de incidencia de diferentes géneros bacterianos Gram negativos aislados en cinco cantones bananeros de la provincia de El Oro, Ecuador. Se observa una distribución heterogénea de los géneros bacterianos entre cantones, lo que sugiere diferencias ambientales, prácticas agrícolas, o condiciones de manejo del cultivo.

Tabla 2. Porcentaje de incidencia de géneros bacterianos Gram negativos en cinco cantones bananeros de El Oro.

% de incidencia de cada genero bacteriano por cantón

	Arenillas	El Guabo	Machala	Pasaje	Santa Rosa
Acinetobacter	0,0%	9,1%	26,9%	3,2%	3,7%
Chromobacterium	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,7%
Dickeya	17,4%	4,5%	0,0%	0,0%	0,0%
Enterobacter	17,4%	45,5%	15,4%	6,5%	18,5%
Klebsiella	4,3%	0,0%	7,7%	19,4%	14,8%
Pantoea	0,0%	9,1%	3,8%	0,0%	0,0%

	Arenillas	El Guabo	Machala	Pasaje	Santa Rosa
Pectobacterium	21,7%	4,5%	3,8%	12,9%	18,5%
Pseudomonas	8,7%	13,6%	19,2%	19,4%	22,2%
Ralstonia	17,4%	9,1%	15,4%	32,3%	0,0%
Serratia	13,0%	4,5%	3,8%	6,5%	18,5%
Stenotrophomonas	0,0%	0,0%	3,8%	0,0%	0,0%

La distribución de los géneros bacterianos identificados en los cinco cantones evaluados (Tabla 2) refleja una fuerte influencia de las condiciones edafoclimáticas, el manejo agronómico y la calidad del material vegetal y del agua de riego. En Pasaje, la elevada incidencia de *Ralstonia solanacearum* (32,3 %) está estrechamente relacionada con suelos con mal drenaje y alta humedad, condiciones que favorecen su desarrollo debido a su capacidad para colonizar los vasos conductores del pseudotallo en ambientes saturados (Anan et al., 2023). La diseminación hacia El Guabo, Machala y Arenillas, aunque con porcentajes menores, podría atribuirse al uso de herramientas contaminadas, agua de riego sin tratamiento y la cercanía geográfica entre cantones, lo cual facilita el tránsito de patógenos (Blomme et al., 2017). La ausencia en Santa Rosa puede deberse a suelos más aireados, menor humedad y buenas prácticas sanitarias, factores que limitan la sobrevivencia y dispersión de esta bacteria vascular (Agrocalidad, 2022).

Respecto a *Dickeya*, su concentración en Arenillas (17,4 %) y menor presencia en El Guabo (4,5 %) se explican por la acumulación de tejidos florales en descomposición en zonas con deficiente manejo de residuos del racimo, ya que esta bacteria es conocida por provocar pudrición blanda en tejidos húmedos (Toaza et al., 2025). Su ausencia en Santa Rosa, Machala y Pasaje sugiere un manejo más adecuado del deshoje y menor acumulación de materia orgánica susceptible a descomposición (Rafael-Rutte et al., 2022).

Pectobacterium fue el único género presente en todos los cantones, lo que evidencia su alta capacidad de adaptación a diversos tipos de suelo y su afinidad por tejidos blandos y ricos en materia orgánica (Toaza et al., 2024). Su mayor incidencia en Arenillas y Santa Rosa sugiere una elevada carga de residuos orgánicos sin descomposición completa.

Enterobacter predominó en El Guabo (45,5 %) y también mostró presencia en los demás cantones. Esta bacteria oportunista se relaciona con suelos húmedos y en proceso de descomposición, indicando posible exceso de riego, deficiente drenaje o alta presencia de restos vegetales Zhou et al. (2019). *Klebsiella* presente en Pasaje, Santa Rosa y Machala, también se comporta como oportunista en condiciones anaeróbicas y suelos poco aireados (Paredes-Salgado et al., 2025).

Serratia se registró en todos los cantones, con mayor frecuencia en Santa Rosa, lo que sugiere deficiencias en la gestión de residuos orgánicos y posible acumulación de material vegetal en descomposición superficial. Por su parte, *Pantoea* fue detectada solo en El Guabo y Machala, posiblemente asociada a necrosis en brácteas de racimos bajo condiciones climáticas favorables.

Pseudomonas mostró una distribución amplia, predominando en Santa Rosa, Pasaje y Machala. Su presencia refleja tanto su potencial patógeno como su rol benéfico, ya que ciertas especies actúan como agentes de biocontrol en suelos equilibrados microbiológicamente (Blomme et al., 2017).

Acinetobacter fue más frecuente en Machala (26,9 %), lo cual sugiere suelos ricos en materia orgánica y con alta actividad de descomposición. Su ausencia en Arenillas podría deberse a suelos más pobres en materia orgánica o con menor carga microbiana total Zhou et al. (2019). *Stenotrophomonas* identificada únicamente en Machala, también indica una alta actividad microbiana, asociada a ambientes húmedos y dinámicos (Paredes-Salgado et al., 2025).

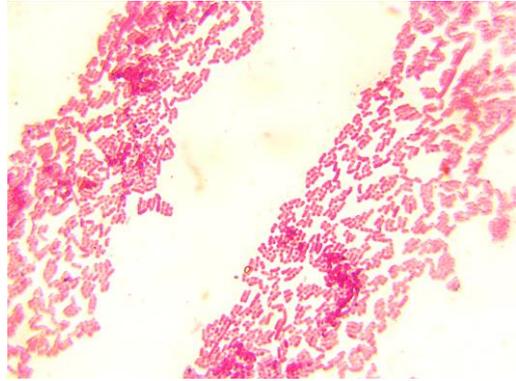
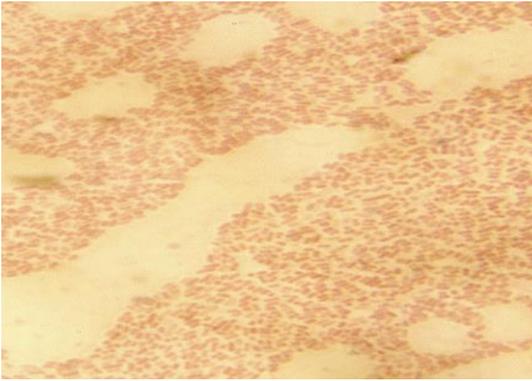
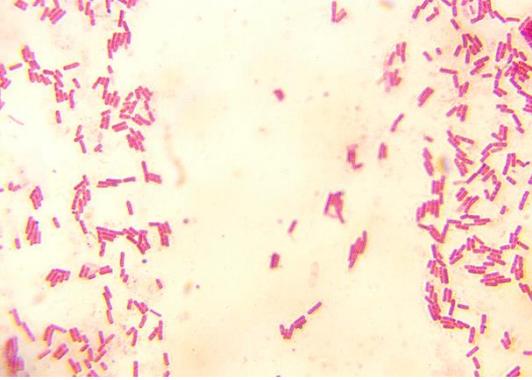
Finalmente, *Chromobacterium* apareció exclusivamente en Santa Rosa, posiblemente debido a microambientes específicos, características físico-químicas del suelo o incluso al ingreso de material vegetal procedente de otras zonas, ya que es un género poco frecuente en sistemas bananeros (Blomme et al., 2017).

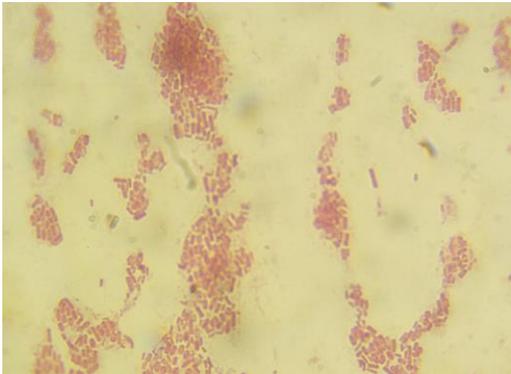
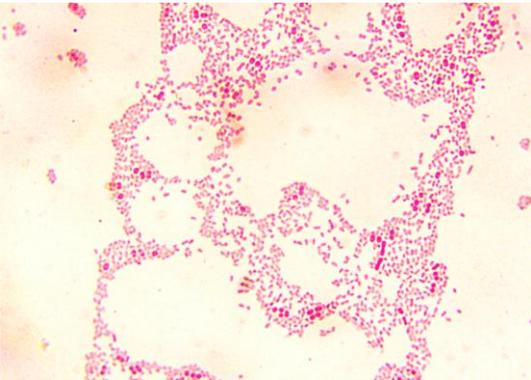
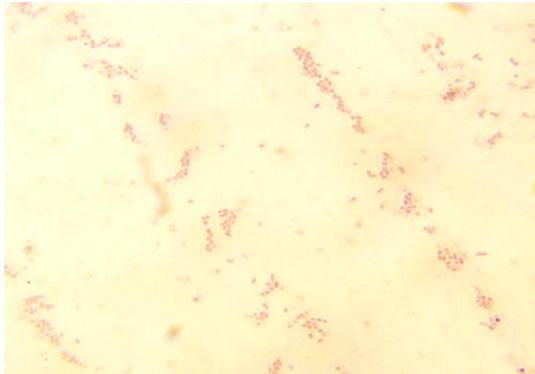
En conjunto, estos resultados respaldan la necesidad de adoptar estrategias de manejo fitosanitario diferenciadas por cantón. Considerar la diversidad de bacterias, tanto patógenas como oportunistas, permitirá diseñar planes de acción más precisos, que incluyan rotación de cultivos, monitoreo microbiológico, control de residuos orgánicos y uso de herramientas adecuadamente sanitizadas.

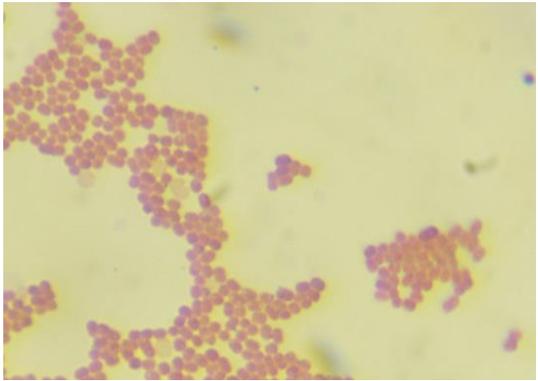
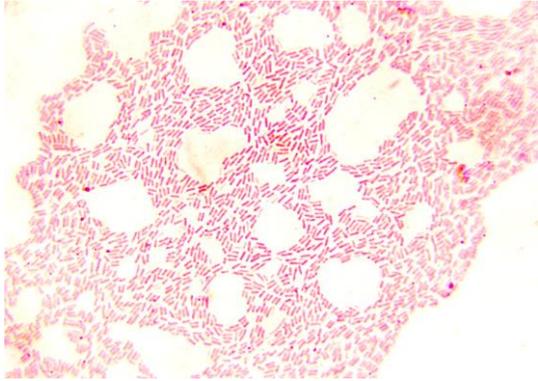
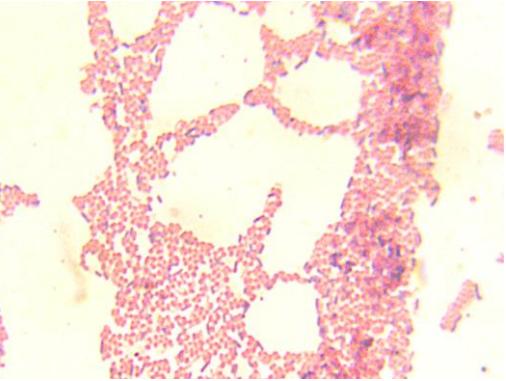
La Tabla 3 resume la descripción, incidencia y evidencia visual de los principales géneros bacterianos Gram negativos identificados en cinco cantones de El Oro, con base en el análisis microscópico y el registro porcentual de muestras infectadas.

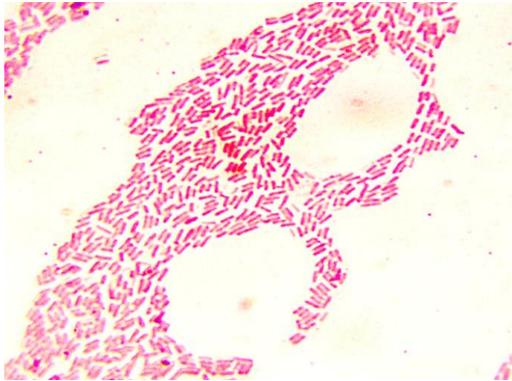
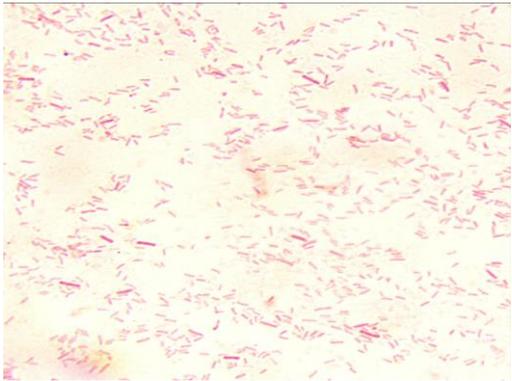


Tabla 3. Descripción, distribución e imagen microscópica de géneros bacterianos Gram negativos identificados en cultivos de banano.

Genero	Descripción	Imagen
<i>Ralstonia solanacearum</i>	Es el agente causal de diferentes enfermedades bacterianas, una enfermedad vascular destructiva. Su mayor incidencia en Pasaje requiere acciones sanitarias inmediatas, y su presencia en otros cantones sugiere diseminación regional activa.	<p>Figura 5. Observación microscópica de aislamiento realizado a partir de muestra de suelo en Finca Farinango, Machala</p> 
<i>Dickeya</i>	Asociada a pudrición blanda del racimo y tejidos florales.	<p>Figura 6. Observación microscópica de aislamiento realizado a partir de muestra de pseudotallo en Finca La Esperanza, Arenillas</p> 
<i>Pectobacterium</i>	Es una amenaza persistente para pseudotallo y raíces.	<p>Figura 7. Observación microscópica de aislamiento obtenido a partir de muestra de pseudotallo en Finca Montecel, Pasaje</p> 

<p><i>Enterobacter</i></p>	<p>Es una bacteria oportunista, muy relacionada con la descomposición en condiciones de humedad elevada.</p>	<p>Figura 8. Observación microscópica de aislamiento obtenido a partir de muestra de tejido de racimo en Finca Sta Rita, El guabo</p> 
<p><i>Klebsiella</i></p>	<p>Actúa como oportunista en condiciones predisponentes.</p>	<p>Figura 9. Observación microscópica de aislamiento obtenido a partir de muestra de agua en Finca Farinango, Machala</p> 
<p><i>Serratia</i></p>	<p>Contribuye a procesos de descomposición y pudriciones secundarias.</p>	<p>Figura 10. Observación microscópica de aislamiento obtenido a partir de muestra de suelo en Finca La Romero, Sta Rosa</p> 

<p><i>Pantoea</i></p>	<p>Es una bacteria que puede causar necrosis en brácteas y enfermedades del racimo.</p>	<p>Figura 11. Observación microscópica de aislamiento obtenido a partir de muestra de tejido de racimo en Finca Sta Rita, El Guabo</p> 
<p><i>Pseudomonas</i></p>	<p>Puede incluir tanto especies beneficiosas como patógenas.</p>	<p>Figura 12. Observación microscópica de aislamiento obtenido a partir de muestra de agua en Finca Sarahi, El Guabo</p> 
<p><i>Acinetobacter</i></p>	<p>Indicador de suelos con alta materia orgánica y descomposición activa. Ausente en Arenillas.</p>	<p>Figura 13. Observación microscópica de aislamiento obtenido a partir de muestra de racimo en Finca Santa Inés, Machala</p> 

<i>Stenotrophomonas</i>	Bacteria ambiental que refleja condiciones húmedas y macrobióticas intensas.	<p>Figura 14. Observación microscópica de aislamiento obtenido a partir de muestra de tejido radicular en Finca Farinango, Machala</p> 
<i>Chromobacterium</i>	Su aparición aislada puede relacionarse con condiciones ambientales muy particulares.	<p>Figura 15. Observación microscópica de aislamiento obtenido a partir de muestra de agua en Finca La Gemela, Sta. Rosa</p> 

En la presente investigación se encontró que géneros como *Pectobacterium* y *Dickeya* estuvieron asociados a tejidos florales y racimos con síntomas de pudrición blanda, en concordancia con lo señalado por Benavides Rentería (2019), quien reporta a estas bacterias como agentes causales frecuentes en zonas bananeras del sur del Ecuador. Asimismo, la identificación de *Ralstonia solanacearum* en muestras de Pasaje refuerza su relevancia como patógeno diseminado en zonas con alta humedad y manejo fitosanitario deficiente, tal como se describe en la literatura nacional sobre enfermedades causadas por este género en el cultivo de banano (Morocho-Aponte et al., 2025).

También se destaca que en zonas como Machala y El Guabo predominaron géneros oportunistas como *Enterobacter* y *Acinetobacter*, lo cual puede estar relacionado con condiciones de alta humedad y materia orgánica

CONCLUSIONES

La caracterización microbiológica del cultivo de banano en cinco cantones de la provincia de El Oro permitió evidenciar una diversidad significativa de bacterias Gram negativas (-) en las plantaciones evaluadas. Los resultados obtenidos muestran que no existe un comportamiento homogéneo entre cantones, sino que cada zona presenta un perfil bacteriano particular, influenciado por las condiciones edafoclimáticas, el manejo agronómico y las prácticas sanitarias locales.

En Pasaje, se observó la mayor incidencia de *Ralstonia solanacearum* (32,3 %), lo cual es coherente con la alta humedad y el deficiente drenaje de algunos suelos, factores que favorecen su proliferación.

En Arenillas, el predominio de *Dickeya* (17,4 %) podría asociarse a la descomposición de residuos florales y a una gestión inadecuada del racimo. Por su parte, Machala y El Guabo reflejaron perfiles mixtos de bacterias patógenas y oportunistas, mientras que Santa Rosa presentó una menor carga de patógenos agresivos, aunque se identificaron géneros como *Pectobacterium*, *Serratia* y *Enterobacter*.

Estos hallazgos destacan la necesidad de implementar estrategias de prevención y control diferenciadas por cantón, que consideren no solo la presencia de bacterias específicas, sino también el contexto agrícola en el que se desarrollan. La integración de un enfoque microbiológico con acciones agronómicas sostenibles permitirá fortalecer la sanidad del cultivo y preservar su productividad en el tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Agrocalidad. (2022). *Plan de acción para el control de Ralstonia solanacearum Raza 2*. Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/06/DAJ-20221AD-0201.0072.pdf>

Anan, M., Rahman, M., Haque, M. M., & Islam, M. (2023). *Ralstonia solanacearum* – A soil borne hidden enemy of plants. *Plant Pathology Journal*, 39(1), 1–15. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9998985/>



- Benavides Rentería, M. A. (2019). *Enfermedades causadas por bacterias fitopatógenas en cultivos de banano (Musa AAA) y plátano (Musa ABB)*. Universidad Técnica de Machala. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14671>
- Benson, H. J. (2017). *Microbiological applications: Laboratory manual in general microbiology* (13th ed.). McGraw-Hill Education. <https://www.mheducation.com/highered/product/Bensons-Microbiological-Applications-Laboratory-Manual-Smith.html>
- Bergey, D. H., et al. (2005). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* (2nd ed., Vols. 2 & 4). Springer. https://voifidoctor2.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/03/bergeys-manual-of-systematic-bacteriology-volume-ii-part-b.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Blomme, G., Dita, M., Jacobsen, K., Vicente, L. P., Molina, A., Ocimati, W., & Poussier, S. (2017). Bacterial diseases of bananas and enset: Current state of knowledge and integrated approaches toward sustainable management. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1290. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01290>
- Cappuccino, J. G., & Welsh, C. (2019). *Microbiología: laboratorio* (11.ª ed.). Pearson Educación. https://tga.blv.ifmt.edu.br/media/filer_public/c9/3f/c93fa603-71b7-4dd7-adf2-58b5eefd2753/cappuccino_-_microbiology_-_a_laboratory_manual_-_11ed_-_2017.pdf
- Castro-Mondaca, M., Sánchez-Valdez, F., López-González, D., & Ramírez-Ortega, M. (2020). *Unlocking the Microbiome Communities of Banana (Musa spp.): pseudostem, rhizome, and rhizosphere sampling methods based on symptomology*. *Microorganisms*, 8(3), 443. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8030443>
- Dávila León, A. M. (2021). *Determinación de los agentes causantes de la flor dura en los frutos de banano*. UTMACH. https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/24096/1/Trabajo_Titulacion_4140.pdf
- García, R. M., & Quevedo, J. (2020). La producción de banano en la provincia de El Oro y su impacto en la agrobiodiversidad. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 37(1), 25–32. <https://www.redalyc.org/pdf/7217/721778107024.pdf>



- Holt, J. G., et al. (2000). *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (9th ed.). Lippincott Williams & Wilkins. <https://es.scribd.com/document/725333629/Bergey-s-Manual-of-Determinative-Bacteriology-Bergey-D-H-David>
- Loor, S. (2020). *Identificación y caracterización morfológica del agente patógeno que causa la enfermedad del “dedo pudre” en el cultivo de banano*. UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/2c036270-2080-4505-91f1-b9985ef39307/content>
- Zhou, D., Jing, T., Chen, Y., Wang, F., Qi, D., Feng, R., Xie, J. & Li, H. (2019). *Deciphering microbial diversity associated with Fusarium wilt-diseased and disease-free banana rhizosphere soil*. *BMC Microbiology*, 19, 161. <https://doi.org/10.1186/s12866-019-1531-6>
- Morocho, F. J., & Barrezueta, C. P. (2024). *Determinación de los agentes causantes de la flor dura en los frutos de banano*. UTMACH. https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/24096/1/Trabajo_Titulacion_4140.pdf
- Paredes-Salgado, J., Romero, D., & Vallejo, J. (2025). Identifying bacterial and fungal communities associated with *Fusarium*-wilt symptomatic and non-symptomatic 'Gros Michel' banana plants in Ecuador. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 15, 1572860. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40625829/>
- Rafael-Rutte, Robert, Zavala, Luisa, Maldonado, Edgar A., Aguilar-Anccota, René, Saucedo-Bazalar, Manuel, Tirado-Lara, James, & Aquije, Carmen. (2022). CHARACTERIZATION OF RHIZOME AND PSEUDOSTEM WET ROT OF ORGANIC BANANA (*Musa* sp.) IN PIURA, PERU. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 38(2), 176-188. <https://dx.doi.org/10.29393/chjaa38-17crrc70017>
- Toaza, A., et al. (2024). First report of *Pectobacterium brasiliense* causing banana soft rot in Ecuador. *Plant Disease*, 108(5), 513. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-08-23-1575-PDN>
- Toaza, A., Castro, R., & Flores, C. (2025). First report of *Dickeya fangzhongdai* causing soft rot in bananas in Ecuador. *Plant Disease*. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-10-24-2101-PDN>



Tortora, G. J., Funke, B. R., & Case, C. L. (2020). *Microbiología* (12.^a ed.). Pearson Educación.

https://www.vitalsource.com/za/products/microbiology-gerard-j-tortora-v9780133923391?srsltid=AfmBOorqXjMK2DG3RZgrG3knuZfAZ7yxUCBHztopnGCEUyIh78tLqCMI&utm_source=chatgpt.com

Vega, M. J., et al. (2025). Determinación del nivel de degradación del suelo en cultivo de banano utilizando cromatografía plana. *Polo del Conocimiento*, 10(2), 743–765.

<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/download/8913/pdf>

Zapata-Ramón, C. G., et al. (2022). Caracterización del microbioma de plantas de banano bajo sistemas de producción orgánico y convencional. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 14(2).

<https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/2298>

