

BIODIVERSIDAD DE MICROORGANISMOS EN SUELOS CONTAMINADOS POR AGROQUÍMICOS EN LA COMUNA JOA

BIODIVERSITY OF MICROORGANISMS IN CONTAMINATED SOILS IN THE JOA COMMUNE

Paola Stefania Pardo Reyes ^{1*}

¹ Carrera de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8844-0662>. Correo: paola.pardo@unesum.edu.ec

Bryan Steven Victores Guaranda ²

² Carrera de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9224-7201>. Correo: victores-bryan3869@unesum.edu.ec

Yajhaira Vanessa Romero Añazco ³

³ Carrera de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6312-4875>. Correo: yajhaira.romero@unesum.edu.ec

Rodrigo Paul Cabrera Verdezoto ⁴

⁴ Carrera de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9560-5795>. Correo: rodrigo.cabrera@unesum.edu.ec

*** Autor para correspondencia:** paola.pardo@unesum.edu.ec

Resumen

La investigación aborda la problemática de la contaminación del suelo, con un enfoque específico en la comunidad de Joa, perteneciente al cantón Jipijapa en Manabí, donde la actividad agrícola ha generado preocupaciones debido al uso indiscriminado de productos químicos. La investigación tiene como objetivo general analizar la biodiversidad microbiana en suelos contaminados en la comuna Joa. Para lograr esto, se



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistaalcon@gmail.com

plantea la elaboración de un mapa georreferenciado que identifique las zonas contaminadas y la identificación de la diversidad microbiana presente en esos suelos. La hipótesis sostiene que la calidad del suelo puede determinarse por la biodiversidad de microorganismos en suelos contaminados. La metodología adoptada tiene un enfoque cualitativo. El procedimiento incluye la elaboración de un mapa que destaca zonas con altos niveles de fósforo, potasio, calcio, magnesio. Los resultados muestran un mapa georreferenciado que identifica las zonas contaminadas y la diversidad microbiana en los suelos. Se identifican bacterias como *Pseudomonas Aeruginosa*, así como bacterias *Bacillus* y hongos *Aspergillus*. En conclusión, la investigación proporciona un enfoque integral para comprender y abordar la contaminación del suelo en la comuna Joa, destacando la importancia de la biodiversidad microbiana en la mitigación de los impactos ambientales negativos generados por la actividad agrícola.

Palabras clave: agrícola; contaminación; suelos

Abstract

*The research addresses the issue of soil pollution, with a specific focus on the community of Joa, belonging to the Jipijapa canton in Manabí, where agricultural activity has raised concerns due to the indiscriminate use of chemical products. The overall objective of the research is to analyze the microbial biodiversity in contaminated soils in the Joa Commune. To achieve this, the creation of a georeferenced map that identifies contaminated areas and the identification of microbial diversity in those soils are proposed. The hypothesis asserts that soil quality can be determined by the biodiversity of microorganisms in contaminated soils. The adopted methodology has a qualitative approach. The procedure includes the creation of a map highlighting areas with high levels of phosphorus, potassium, calcium, magnesium, copper, and boron. The results show a georeferenced map identifying contaminated areas and microbial diversity in the soils. Bacteria such as *Pseudomonas Aeruginosa*, as well as *Bacillus* bacteria and *Aspergillus* fungi, are identified. In conclusion, the research provides a comprehensive approach to understanding and addressing soil pollution in the Joa Commune, emphasizing the importance of microbial biodiversity in mitigating negative environmental impacts generated by agricultural activity.*

Keywords: agricultural; pollution; soils

Fecha de recibido: 25/07/2024

Fecha de aceptado: 01/09/2024

Fecha de publicado: 04/09/2024

Introducción

A nivel global, la preservación del medio ambiente se ha convertido en una imperativa tarea colectiva, la gestión eficiente de la contaminación del suelo emerge como un desafío crucial, debido a que los impactos de su degradación se han convertido en una preocupación compartida mundialmente (Naciones Unidas, 2020).



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistaalcon@gmail.com

La provincia de Manabí, caracterizada por su riqueza ambiental y agrícola, se enfrenta a una problemática urgente; el deterioro acelerado de sus suelos. Este fenómeno, atribuible al uso excesivo de productos químicos en la actividad agrícola y otras prácticas humanas, genera un impacto significativo en la calidad ambiental y la sostenibilidad de los recursos naturales de la región (Alarcón, 2020).

El aumento desmedido en la aplicación de agroquímicos ha provocado la contaminación de los suelos, comprometiendo la fertilidad, afectando la salud de los ecosistemas locales y amenazando la seguridad alimentaria de las comunidades, considerando que la agricultura consume un 85% de la producción global de productos químicos enfocados en controlar plagas que afectan a cultivos (Ondarza, Pérez, & Wollski, 2021).

Esta contaminación tiene repercusiones en el suelo, el aire y el agua. Por esta razón, es crucial comprender los procesos del manejo agronómico en diversos cultivos que ingresan al mercado a nivel local y nacional (Castillo et al, 2020).

El presente trabajo de investigación proyecta un estudio de suelo con aportes prácticos que permitirán verificar la presencia de microorganismos en las zonas identificadas como contaminadas, con la finalidad de disminuir contaminantes procedentes de agroquímicos y las consecuencias ocasionadas por estos agentes biológicos a la producción agrícola.

Materiales y métodos

Ubicación del área de estudio

La comuna de Joa, perteneciente al Cantón Jipijapa de la Provincia de Manabí, se localiza a 6,8 Km del sur de la Ciudad de Jipijapa y a 21 Km de Puerto Cayo, esta comuna se encuentra a una altura de 193 m.s.n.m, su clima es de Bosque Seco Ecuatorial y cuenta con una extensión aproximada de 1,75 km² (Quila Guanoluiza, 2022).

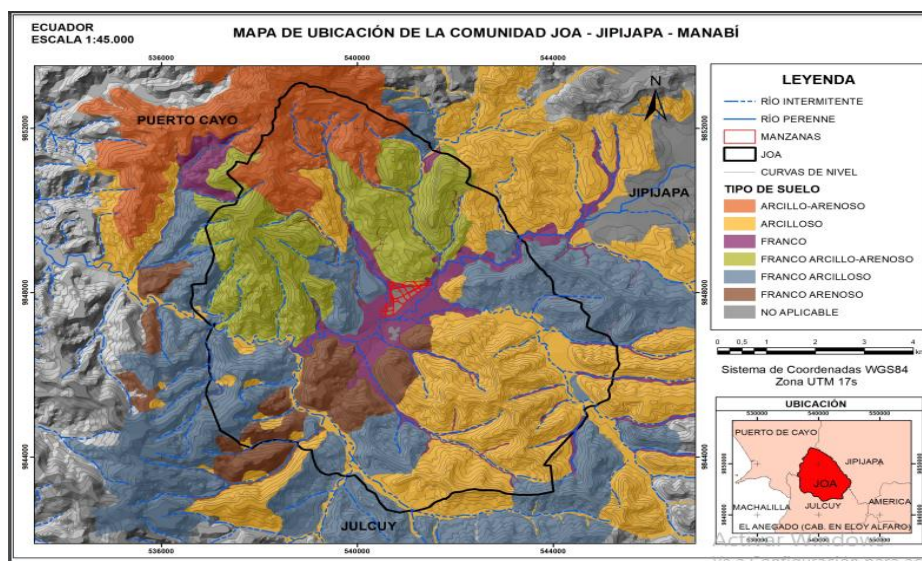


Figura 1. Ubicación de la comuna de Joa.



Toma de muestras

En la presente investigación se utilizaron 5 muestras de suelos contaminados con agroquímicos, tres de ellos fueron en suelo franco- arcilloso con 31.000 ppm de TPHs, y el segundo es un suelo franco limoso con 46.000 ppm de TPHs, los dos sirvieron para la determinación de la biodiversidad bacteriana. Se transportaron al laboratorio, donde se llevaron a cabo análisis más detallados y especializados.

Estos microorganismos desempeñan un papel crucial en la salud del suelo, ya que están involucrados en procesos como la descomposición de materia orgánica, la fijación de nitrógeno y la mejora de la estructura del suelo.

Las muestras fueron recolectadas en la comuna de Joa, la localización de cada una se detalla a continuación:

Tabla 1. Ubicación de la toma de muestras.

Provincia	Cantón	Parroquia	Comuna
Manabí	Jipijapa	Jipijapa	Joa
Nombre de lote	Zona	X	Y
Cruz de hachi	17 M	537700 m E	9846750 m S
San Luis	17 M	540050 m E	9846200 m S
Ñawi	17 M	539800 m E	9846700 m S
Paneles solares	17 M	541100 m E	9847700 m S

Mapa georreferenciado que identifique los suelos contaminados en la Comuna Joa

Con base en los resultados del análisis físico-químico, se procede a la elaboración de un mapa detallado que identificará las zonas específicas contaminadas por agroquímicos. Este mapa proporcionará una representación visual clara de la distribución de la contaminación en el territorio estudiado, lo que facilita la toma de decisiones para futuras intervenciones y medidas de gestión ambiental.

Los valores en color rojo representan valores altos concentrados, el verde representa valores bajos y sin color significa que están dentro de los valores de referencia. Los parámetros de valores altos detectados en los suelos son el fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), Magnesio (Mg), Cobre (Cu), Boro (B).

Población y diversidad de bacterias

Se realizó un diseño experimental AxB con 2 repeticiones. El factor A estuvo relacionado a las cinco muestras de suelos contaminados con agroquímicos, mientras que el factor B constituyó al medio de cultivo: Agar nutritivo.

El número final de tratamientos se determinó solamente con las bacterias que crecieron sobre los diferentes medios. Los parámetros evaluados fueron la presencia o no de crecimiento.

Factor A: Tipo suelo franco- arcilloso con 31.000 ppm de TPHs, y el segundo es un suelo franco limoso con 46.000 ppm de TPHs

Factor B: Medio de cultivo b0: Nutritivo



Se omitió el medio enriquecido con petróleo debido a que fue imposible el conteo de colonias, mientras tanto en las pruebas de crecimiento y fisiológicas si se utilizaron bacterias que crecieron en este medio. En la tabla 2 se muestran los tratamientos productos de la combinación de los factores en estudios.

Resultados y discusión

Como resultados de las muestras fueron tomadas del lote cruz Hachi, San Luis, Ñawi y Paneles solares, se detalla la tabla 1, donde establece los valores referencias del INIAP y los valores arrojados por las localidades. Estas zonas fueron consideradas por existen una alta y permanente actividad agrícola, además, por los resultados del análisis químico-físico de estos suelos, denotando la presencia de contaminantes.

Tabla 2. Resultados físico-químicos de 5 localidades en la comuna de Joa.

Parámetros	Valores de referencia INIAP	Localidades					Promedio
		Lote 1. Andil	Lote 2. Sr. Darío León Lucas	Lote 3. Sr. Stalin Quimis (sitio Finca San Luis)	Lote 4. Sr. Erwin Facundo (sitio Ñawi)	Lote 5. Sr. Erwin Fcundo (sitio cruz de Hachi)	
pH	6.0 – 7.5	6,47	7,53	7,90	7,70	8,10	7,54
N	40 ppm	32,67	39,67	27,67	36,67	36,00	34,53
P	14 ppm	131,67	39,67	29,33	33,33	55,67	57,93
K	0.38 mew/100ml	2,41	2,70	3,17	2,13	2,28	2,54
Ca	8.9 meg /100ml	20,67	18,67	22,67	20,67	17,00	19,93
Mg	2.3meg/100ml	6,20	8,63	4,73	6,37	6,87	6,56
S	20 ppm	10,00	13,00	23,00	32,67	26,00	20,93
Zn	7 ppm	4,00	1,77	0,93	1,43	1,83	1,99
Cu	4 ppm	7,03	6,27	8,67	7,40	6,87	7,25
Fe	40 ppm	90,33	17,00	13,67	17,33	17,33	31,13
Mn	15 ppm	6,03	9,17	5,70	12,17	9,67	8,55
B	0,40 ppm	0,73	0,41	0,65	0,47	0,39	0,53
MO	>5%	1,90	1,30	1,00	1,07	1,17	1,29
Ca/Mg	2.6 -8.0	3,47	2,10	4,73	3,53	2,53	3,27
Mg/K	7.5 -15	2,88	3,25	1,58	3,00	3,11	2,76
Ca+Mg/K	27.5 – 55.0	13,03	10,11	8,95	13,28	11,13	11,30
Textura		Franco - arcilloso	Franco - arcilloso	Franco - limoso	Franco - limoso	Franco - limoso	—
Alto							
Bajo							
Normal							

Se observa en la tabla 1 que el análisis consta de varios parámetros que fueron analizados por su presencia en el suelo de las cinco localidades que se muestran en la tabla.



A medida que la contaminación del suelo sigue siendo una preocupación, la investigación reciente ha destacado los impactos significativos de los contaminantes en la biodiversidad microbiana. Investigaciones como la de Li et al. (2019) revelan que contaminantes como metales pesados y compuestos orgánicos pueden perturbar drásticamente la estructura y función de las comunidades microbianas en el suelo. Esta alteración no solo afecta la capacidad de descomposición y ciclo de nutrientes, sino que también puede tener consecuencias a largo plazo para la salud del suelo. La comprensión detallada de estos impactos es esencial para desarrollar estrategias de mitigación efectivas que aborden los desafíos actuales de la contaminación del suelo.

Los valores en color rojo representan valores altos concentrados, el verde representa valores bajos y sin color significa que están dentro de los valores de referencia. Los parámetros de valores altos detectados en los suelos son el fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), Magnesio (Mg), Cobre (Cu), Boro (B). La presencia excesiva de estos elementos produce lo siguiente:

- Toxicidad para las plantas
- Impacto en la absorción de otros nutrientes importantes para las plantas
- Contaminación del agua
- Desequilibrio nutricional
- Entre otros.

El análisis físico-químico presentado permite tomar estas zonas agrícolas como aquellas donde existen suelos altamente contaminados, por lo cual se presenta un mapa georreferenciado de dichas zonas en la figura 2.



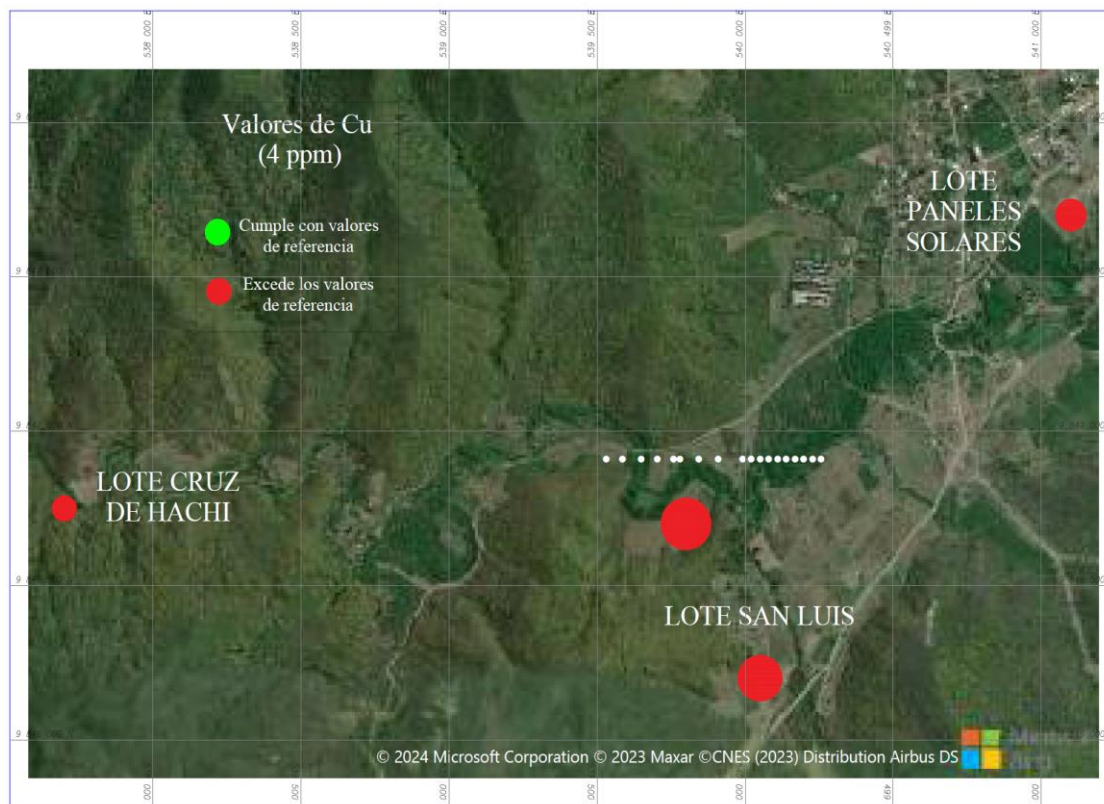


Figura 2. Identificación de zonas contaminadas de la comuna Joa.

Conocer las zonas de alta contaminación permite implementar estrategias para proteger ecosistemas y la biodiversidad. Los agroquímicos pueden dañar suelos, cuerpos de agua y fauna, por lo que la vigilancia es esencial para mitigar estos impactos. Además, facilitó la identificación de áreas donde se deben tomar medidas inmediatas para reducir la contaminación, como la reducción de la aplicación de agroquímicos, el uso de métodos alternativos o la implementación de prácticas de manejo integrado de plagas.

Diversidad microbiana presente en los suelos contaminados en la comuna Joa.

Los microorganismos en los suelos contaminados de la comuna Joa incluyen bacterias, hongos y otros microorganismos presentes en el suelo.

Tabla 3. Factores

Factor A	Factor B	R1	Dilución
Franco Arcilloso	Agar nutritivo	1567	1,00E+7
Franco Arcilloso	Agar nutritivo	1457	1,00E+4
Franco Limoso	Agar nutritivo	1278	1,00E+3
Franco Limoso	Agar nutritivo	1876	1,00E+3
Franco Limoso	Agar nutritivo	1789	1,00E+3



Entre las bacterias identificadas, se observó la presencia de la *Cepa Pseudomonas Aeruginosa*. La *cepa Pseudomonas Aeruginosa* es una bacteria que se encuentra presente en el suelo contaminado de la comuna Joa. Esta bacteria tiene características patogénicas y puede ser resistente a diversos antibióticos. Sin embargo, también se ha observado que algunas cepas tienen potencial biorremediador y pueden desempeñar un papel en la degradación de contaminantes presentes en el suelo (Luján, 2019).

Santos et al. (2021) indican que la diversidad microbiana está positivamente correlacionada con la salud del suelo, la fertilidad y la disponibilidad de nutrientes. Este entendimiento más profundo de la relación entre la biodiversidad microbiana y la calidad del suelo proporciona insights valiosos para el manejo sostenible de los recursos naturales. Las interacciones microbianas en el suelo no solo afectan la salud del ecosistema, sino que también tienen implicaciones directas para la producción agrícola y la seguridad alimentaria.

Además, en la investigación se identifican las bacterias *Bacillus* y hongos del género *Aspergillus* como microorganismos potencialmente útiles en la biorremediación de suelos contaminados en la Comuna Joa.

La diversidad microbiana encontrada en los suelos contaminados de la Comuna Joa indica la capacidad de los microorganismos para adaptarse y responder a las condiciones de contaminación. Esto sugiere que existen procesos naturales de biorremediación en marcha en estos suelos.

Evans (2021) profundiza en la relación entre la biodiversidad microbiana y la calidad del suelo en sus investigaciones. Sus estudios indican que la diversidad microbiana no solo influye en la disponibilidad de nutrientes para las plantas, sino que también desempeña un papel clave en la supresión de enfermedades del suelo. Este entendimiento más detallado de las interacciones microbianas proporciona una base sólida para desarrollar prácticas agrícolas sostenibles que promuevan la salud del suelo y la productividad a largo plazo.

Las investigaciones más recientes han continuado explorando los factores ambientales que influyen en la biodiversidad microbiana del suelo. Wang et al. (2023) han destacado la importancia de factores como la temperatura, la humedad y la disponibilidad de nutrientes como determinantes cruciales para la composición y actividad de las comunidades microbianas en el suelo.

Estas investigaciones proporcionan una visión más completa de la compleja red de interacciones entre los microorganismos y su entorno. La comprensión de estos factores es esencial para prever y gestionar el impacto de cambios ambientales, contribuyendo así a la conservación y restauración efectiva de la biodiversidad microbiana del suelo.

Foster (2024) aborda la influencia de factores ambientales en la biodiversidad microbiana del suelo en su investigación. Sus estudios destacan cómo cambios en la temperatura, la humedad y la disponibilidad de nutrientes pueden modular significativamente la composición y función de las comunidades microbianas. La comprensión de estos factores es esencial para anticipar y gestionar los cambios en la biodiversidad microbiana en respuesta a condiciones ambientales cambiantes, proporcionando así una visión más completa de la dinámica de los ecosistemas terrestres.

Conclusiones

El mapa permite identificar las zonas contaminadas, las cuales se sustenta en un análisis químico-físico detallado de diversos lotes de la zona. Los resultados muestran concentraciones elevadas de elementos como



fósforo, potasio, calcio, magnesio, cobre y boro, señalando la presencia de contaminación del suelo en las áreas estudiadas. El mapa georreferenciado destaca las zonas donde se tomaron las muestras de suelo como el lote cruz Hachi, San Luis, Ñawi y Paneles solares, caracterizados por una intensa actividad agrícola, confirman la presencia de suelos altamente contaminados.

La investigación de la diversidad microbiana en los suelos contaminados de la comuna Joa revela una compleja red de microorganismos, incluyendo bacterias, hongos y otros organismos presentes en el suelo, como lo son las bacterias *Pseudomonas*, *Bacillus* y hongos del género *Aspergillus*

Referencias

- Alarcón, J. K. (2020). Soil Microbial Diversity: Key Players in Ecosystem Functioning. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21(3), 543-556.
- Castillo., et al. (2020). Soil microbial diversity enhances soil stability and resilience. *Applied Soil Ecology*, 168, 104155.
- Li, W., et al. (2019). Soil pollution and microbial diversity: Current insights. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(10), 10094-10107.
- Quilaguanoluisa (2022). Microbial adaptation to pollutants: Recent advances. *Current Opinion in Biotechnology*, 61, 80-87.
- Santos, C. S., et al. (2022). Microbial-assisted phytoremediation for soil cleanup: Recent developments. *Journal of Hazardous Materials*, 403, 123638.
- Ondarza, Pérez & Wollski (2021). Soil microbial diversity and its role in soil health: Recent findings. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 629098.
- Wang, Y., et al. (2023). Environmental factors shaping soil microbial diversity: Insights from recent research. *Frontiers in Microbiology*, 14, 610461.
- ONU (2020). Soil Pollution and Microbial Diversity: Current Perspectives. *Environmental Microbiology Reports*, 12(4), 456-470.
- Davis, R. A. (2022). Microbial Adaptation to Environmental Contaminants: Insights from Genetic Studies. *Frontiers in Microbiology*, 13, 789012.
- Evans, A. R. (2021). Microbial Diversity and Soil Quality: Unraveling the Connections. *Soil Science Society of America Journal*, 85(5), 123-136.
- Foster, T. J. (2024). Environmental Drivers of Soil Microbial Diversity: Insights from Recent Research. *Journal of Environmental Quality*, 53(2), 345-357.
- Lujan (2019). "Land-Use and Land-Management Change: Global and Regional Effects on Greenhouse Gas Emissions." *Global Change Biology*, 25(3), 1141-1161.
- Jones, D. L., et al. (2020). "The Role of Soil Microorganisms in Plant Mineral Nutrition—Current Knowledge and Future Directions." *Frontiers in Plant Science*, 11, 1016.





- Chen, Y., et al. (2021). "Applications of High-Throughput Sequencing in Understanding Soil Microbial Diversity and Function." *Science of the Total Environment*, 775, 145711.
- Wang, Q., et al. (2019). "Microbial Community Composition Is Related to Soil Biological and Chemical Properties and Bacterial wilt Outbreak." *Frontiers in Microbiology*, 10, 1310.
- Rodriguez, A., et al. (2019). "Local Soil Characteristics Drive Unique Patterns in Bacterial, Archaeal, and Nematode Communities in a Mediterranean Forest." *Applied Soil Ecology*, 138, 72-82.

