



# **GENES BACTERIANOS INVOLUCRADOS EN DEGRADACIÓN DE XENOBIÓTICOS Y DEFENSA CONTRA PATÓGENOS EN DIFERENTES MICROBIOMAS: UNA REVISIÓN DOCUMENTAL.**

**Liseth Rosas Ariza**  
**Lady Vivianne Rincón Aguilar**

Asesora interna: PhD. Martha Lucía Posada Buitrago

Asesora externa: PhD. Laura Carolina Cuervo Alarcón

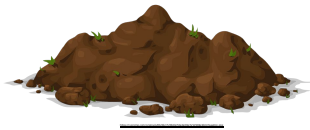
UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
PROGRAMA BACTERIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO  
PROYECTO DE GRADO  
BOGOTÁ D.C  
2021

# Tabla de contenido

1. Introducción
  2. Antecedentes
  3. Objetivos
  4. Metodología
  5. Resultados y Discusión
  6. Conclusiones
  7. Agradecimientos
  8. Perspectivas Futuras
  9. Referencias
-

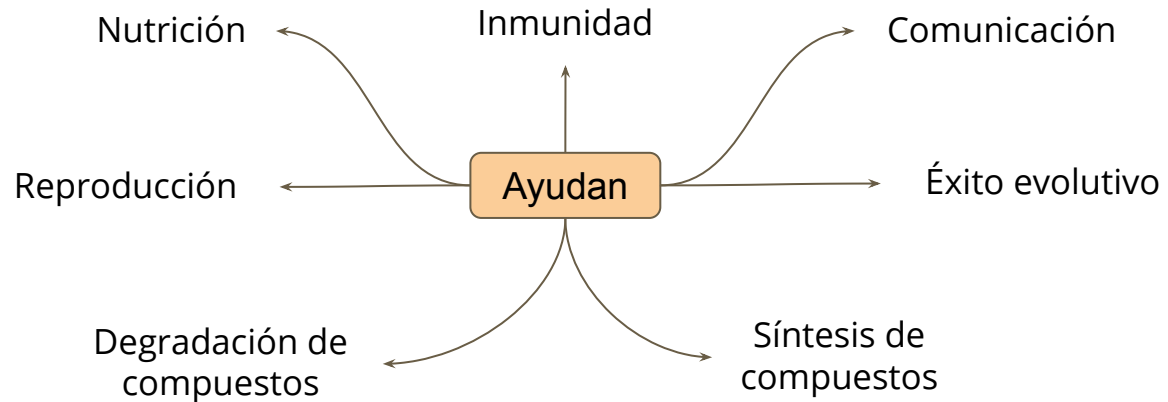
# 1. Introducción

# Microbioma



Microorganismos

Genes y  
metabolitos



## Factores que afectan

**Microbioma de las plantas**

- Crecimiento
- Defensa contra patógenos
- Solubilización de fosfatos

- Edad
- Especie
- Desarrollo

**Microbioma del suelo**

- Supresión de patógenos
- Procesos biogeoquímicos
- Fertilidad

- Humedad
- pH
- Temperatura

**Microbioma de insectos**

- Crecimiento
- Degradación de xenobióticos
- Nutrición

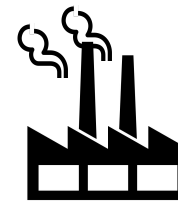
- Dieta
- Desarrollo
- Condición fisicoquímica

# Acciones fitosanitarias

Uso inadecuado de xenobióticos



Manejo de patógenos



Nuevas alternativas



# Xenobióticos

Hidrocarburos Aromáticos  
Policíclicos (HAP)

Bifenilos  
policlorados(PCB)

Insecticidas



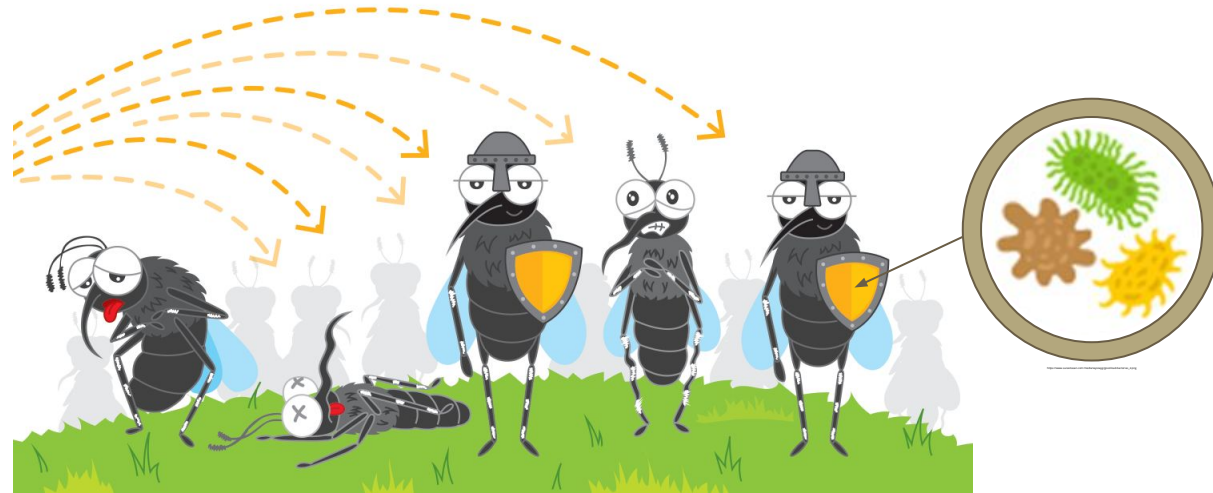
# Degradación

Temperatura

pH

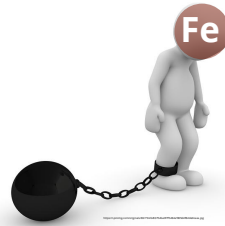
O<sub>2</sub>

Enzima / sustrato



# Defensa

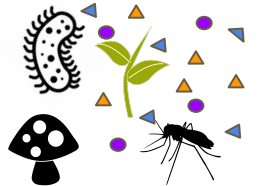
**Sideróforos**



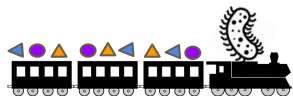
**Bacteriocinas**



**Policétidos**



**Sistemas de secreción**



Inmunidad

Antibiótico contra patógenos

Actividad antimicrobiana

Inhibición microorganismos

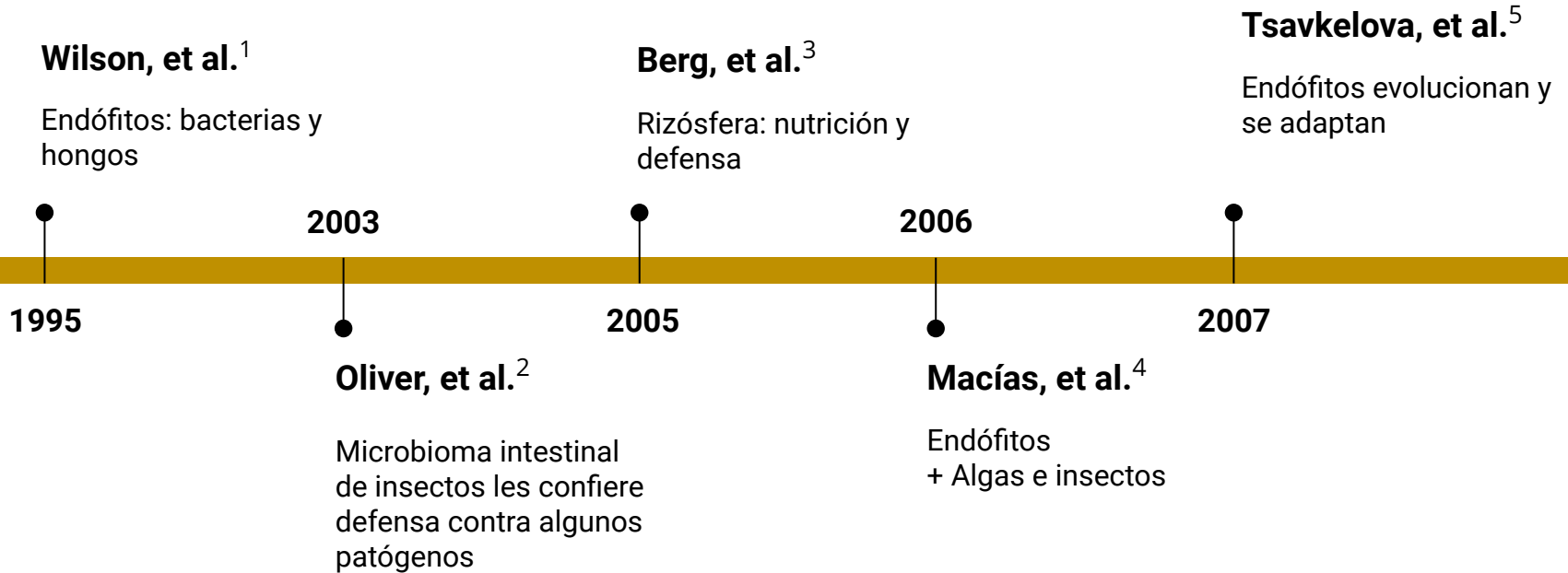
Propiedades farmacológicas

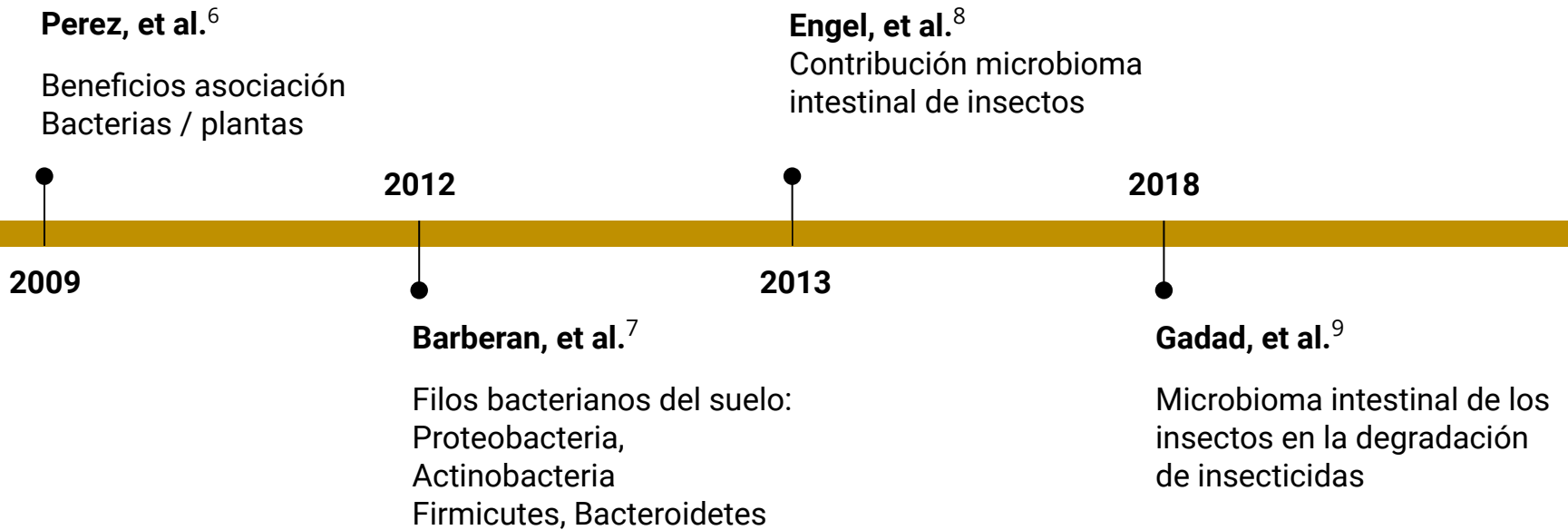
Actividad inmunosupresora

Actividad antifúngica



## 2. Antecedentes





# 3. Objetivos

## Objetivo general

- Realizar una investigación documental sobre los genes bacterianos potencialmente involucrados en degradación de xenobióticos, y en defensa contra patógenos microbianos.

## Objetivos específicos

- Identificar los genes bacterianos potencialmente involucrados en la degradación de xenobióticos, con base en la revisión de la literatura.
- Identificar los genes bacterianos potencialmente involucrados en la protección contra patógenos microbianos, con base en la revisión de la literatura
- Relacionar la taxonomía de las bacterias con su potencial para degradar xenobióticos y proteger contra patógenos microbianos.

# 6. Metodología

## 1. Revisión bibliográfica



- 25 bases de datos
- Páginas web

## 2. Selección del material bibliográfico



- Palabras clave
- Temas de interés

## 3. Elaboración de la estructura del documento



- Lectura y análisis detallado
- Tabulación de los genes encontrados



# 7. Resultados y Discusión

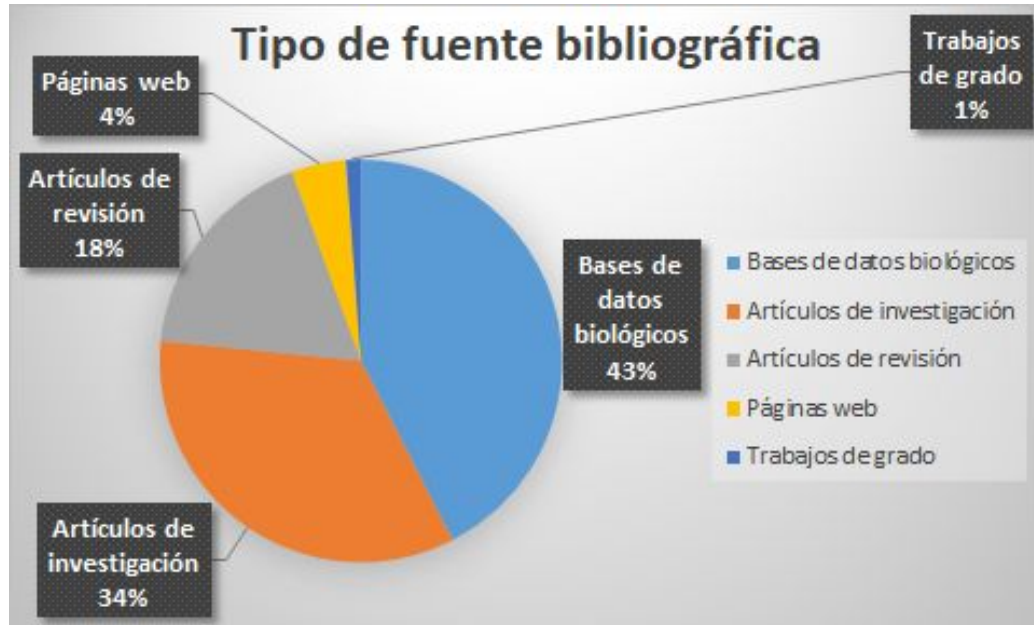
## → Genes bacterianos involucrados en la degradación de xenobióticos

Tipo de Xenobiótico	Nombre del insecticida	Mecanismo de acción	Enzima involucrada en su degradación	Función de la enzima	K O	E C	Genes involucrados en su degradación	Bacterias en las que se han encontrado (género, especie y filo)	Procedencia de las bacterias	Referencia
Hidrocarburo policíclico aromático (HAP)	Naftaleno	Se utiliza en el ámbito doméstico como insecticida o repelente de polillas (Bolas de naftalina) <sup>118</sup> .	Naphthalene dioxygenase large subunit	Actividad naftaleno 1,2-dioxigenasa, cataliza compuestos aromáticos, degradación de naftaleno, unión de iones hierro	-	1. 14 .1 2. 12	phnAc	<i>Burkholderia phenazinium</i> (Proteobacteria), <i>Burkholderia glathei</i> (Proteobacteria) <i>Pseudomonas putida</i> (Proteobacteria), <i>Pseudomonas fluorescens</i> (Proteobacteria), <i>Burkholderia cepacia</i> (Proteobacteria)	Suelo de ladera contaminado con hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)	Wilson M, et al <sup>119</sup>

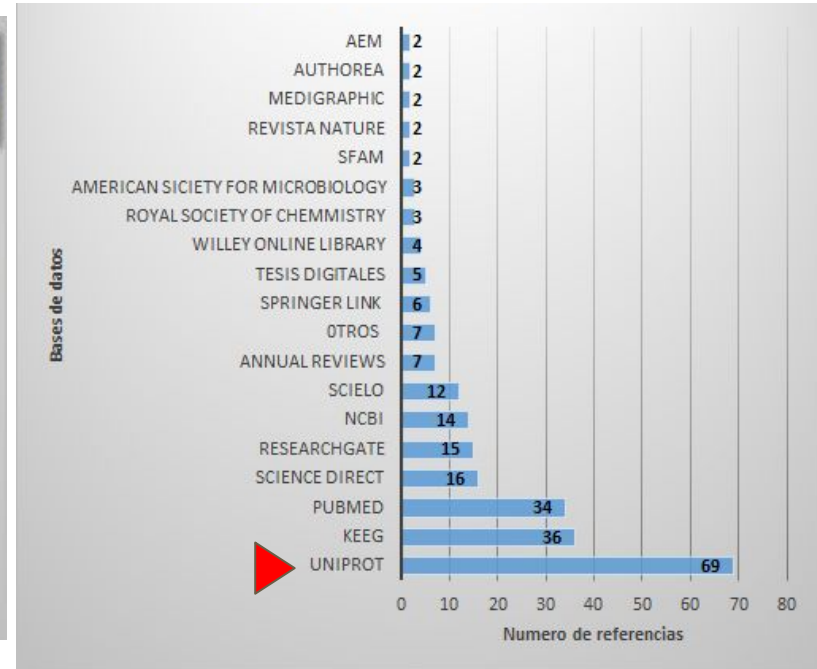
## → Genes bacterianos involucrados en la protección contra patógenos

Nombre compuesto / molécula	Mecanismo de acción	Función	K O	E C	Genes involucrados	Bacterias en las que se han encontrado (género, especie y filo)	Procedencia de las bacterias	Patógenos	Referencias
Sideroforo									
	Actividad antagonista hacia hongos fitopatógenos importantes, como <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Fusarium solani</i> y <i>Rhizoctonia solani</i>	Policétido sintasa tipo III que cataliza la síntesis de floroglucinol a partir de tres moléculas de malonil-CoA (por similitud). Requerido para la síntesis del antibiótico policétido 2,4-diacetilfloroglucinol (2,4-DAPG)	K 1 5 4 3 1	2. 3. 1. 2 5 3	phlD Genes antifúngicos: phloroglucinol synthase	<i>Pseudomonas sp.</i> (Proteobacteria), <i>P. fluorescens</i> (Proteobacteria), <i>P. chlororaphis</i> (Proteobacteria), <i>P. protegens</i> (Proteobacteria), <i>P. putida</i> (Proteobacteria),	Endosfera y rizosfera de plantas de mora	Patógenos vegetales <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>F. solani</i> y <i>Rhizoctonia solani</i>	Santoyo et al <sup>10</sup> (2020) Kegg <sup>148,149</sup> Uniprot <sup>150,151</sup>

# La principal fuente bibliográfica de información fueron las bases de datos biológicas

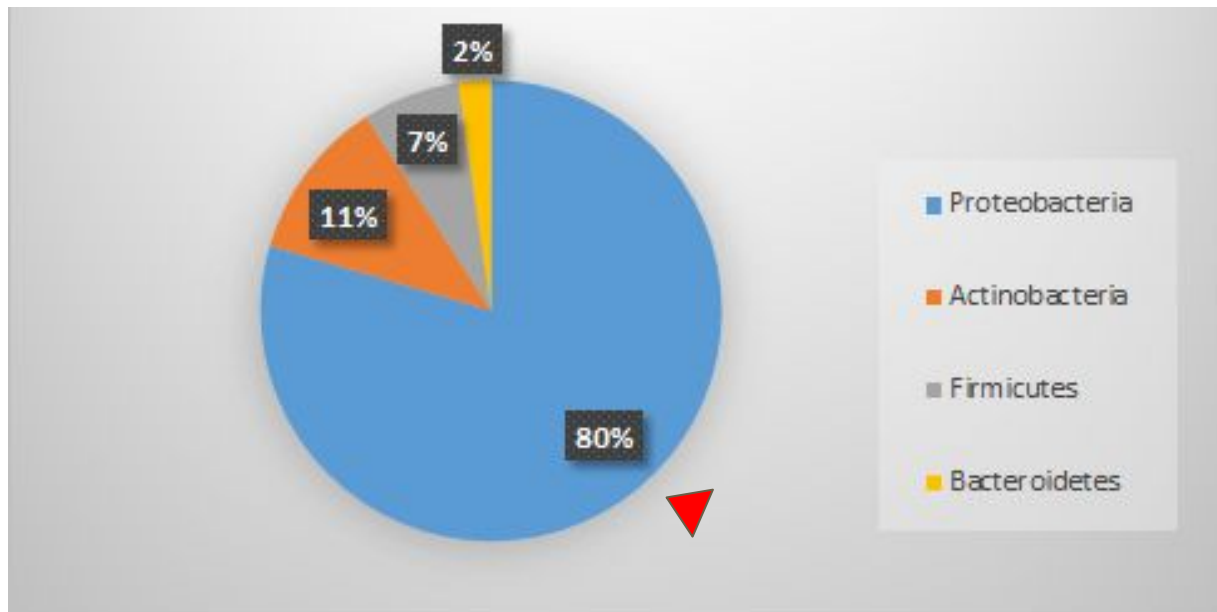


Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia.

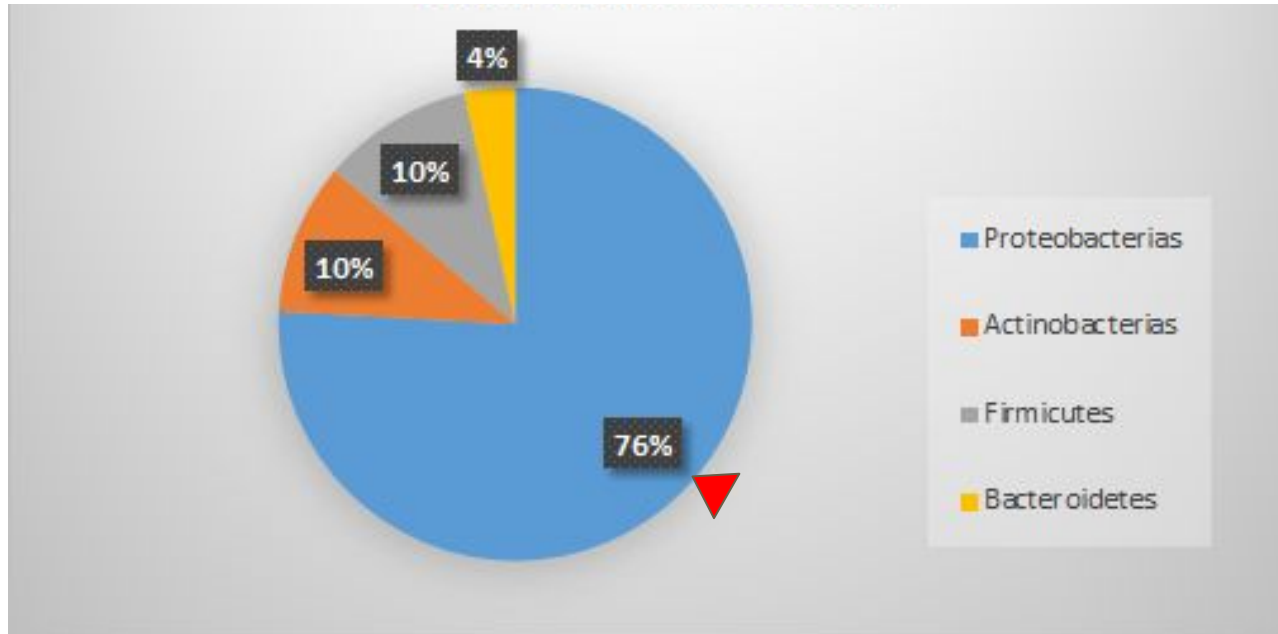
## Las Proteobacterias son las principales degradadoras de xenobióticos



Fuente: elaboración propia.

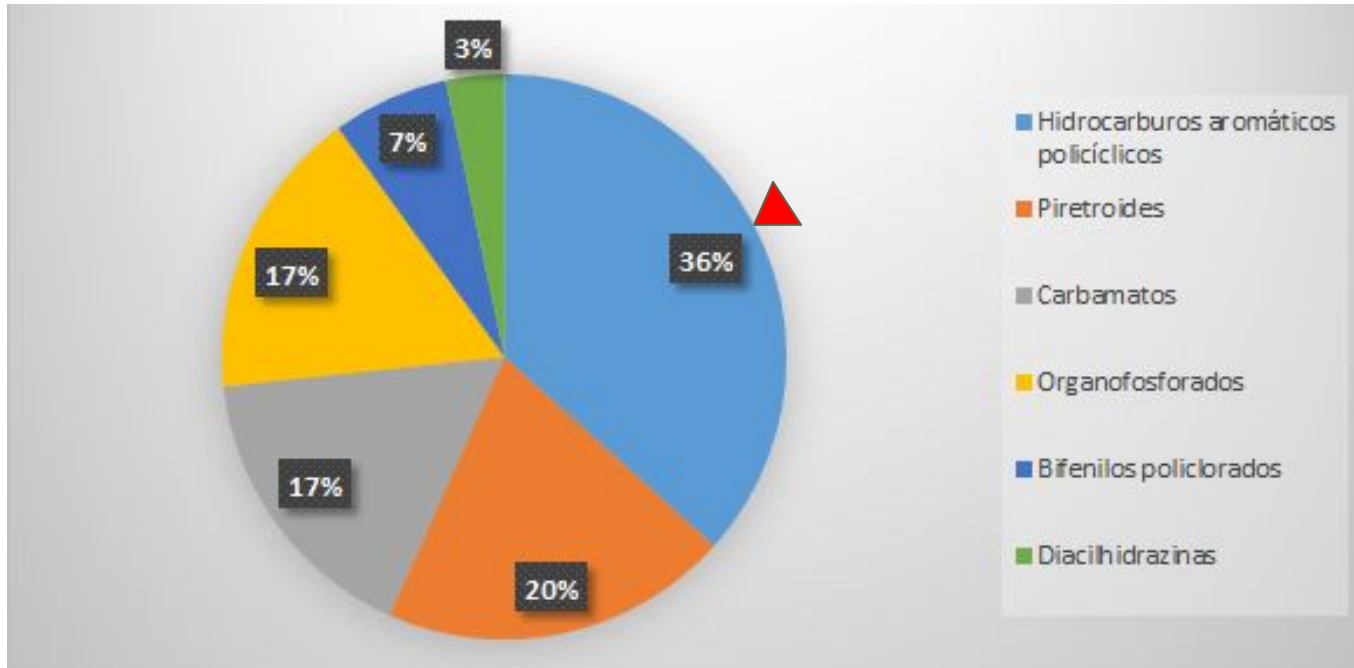
Galindo, et al. <sup>10</sup>  
(2019):  
"Proteobacterias  
soportan altas  
concentraciones de  
xenobióticos"

## Las Proteobacterias presentan mayor número de genes involucrados en la degradación de xenobióticos



Fuente: elaboración propia

## Los HAP y piretroides fueron los principales xenobióticos degradados

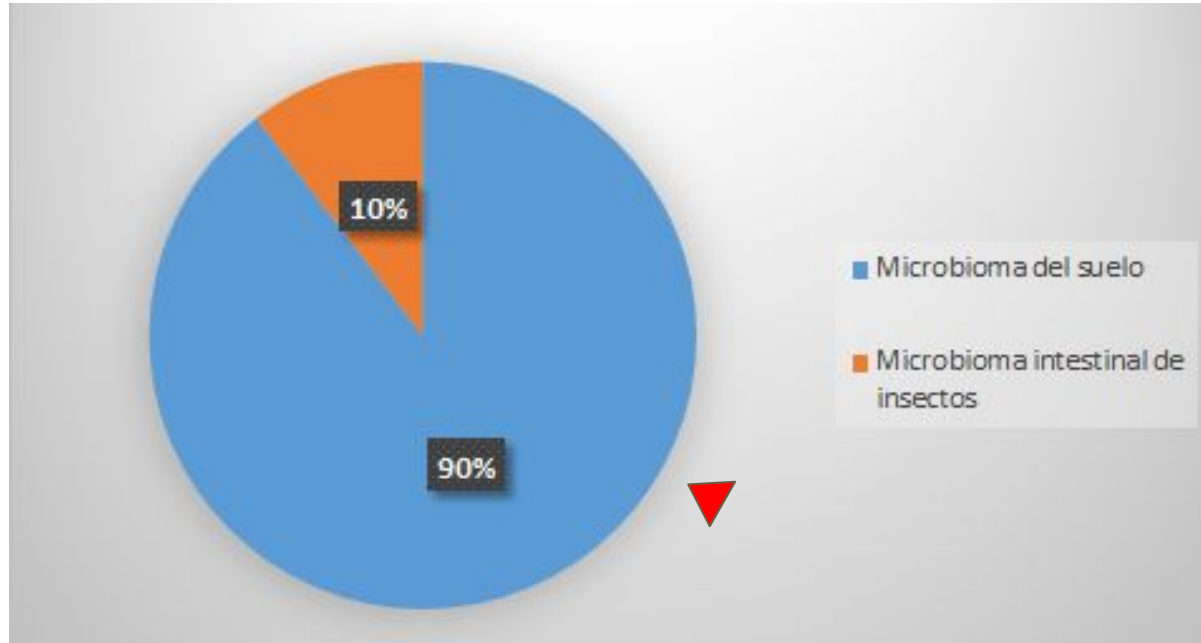


Maloney, et al.<sup>11</sup> (2007):  
"Uso excesivo de HAP desde la antigüedad"

Wang, et al.<sup>12</sup> (2009):  
"Piretroides son oxidados por el citocromo P450"

Fuente: elaboración propia.

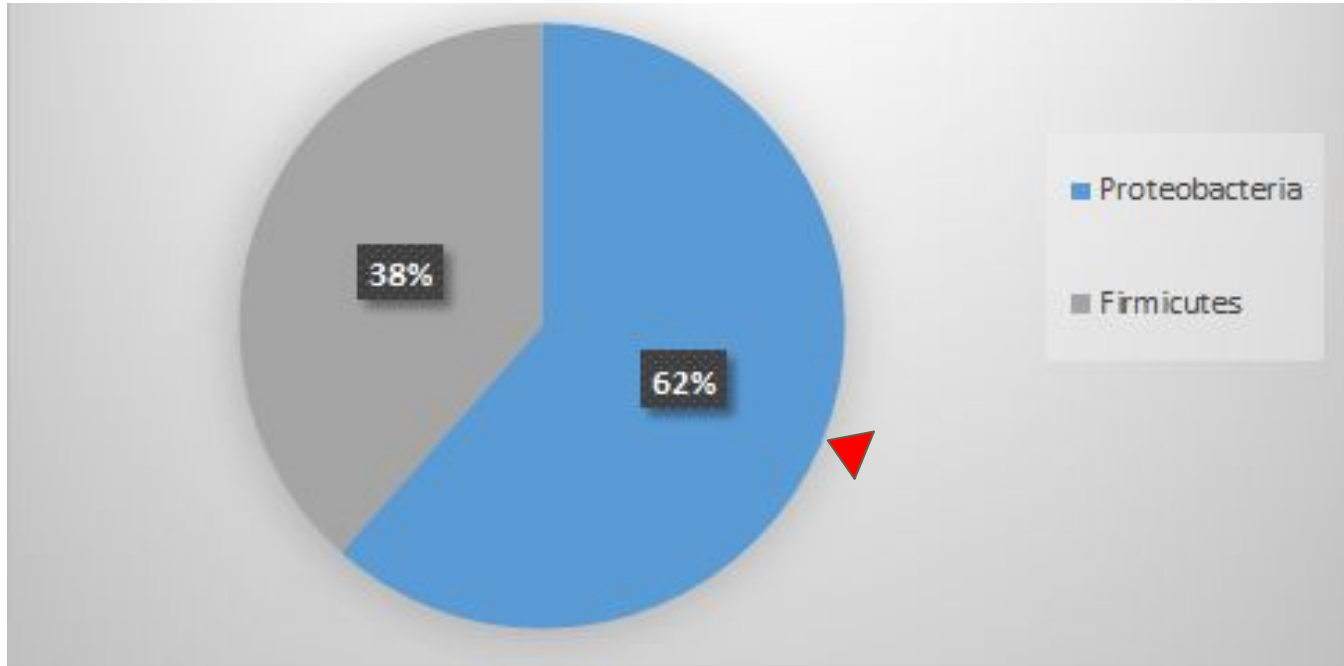
## El microbioma del suelo es el principal microbioma degradante de xenobióticos



Fuente: elaboración propia.

Devi, et al. <sup>13</sup> (2020):  
“La exposición y aumento de la dosis de un insecticida genera resistencia a este tipo de compuestos”

## Las Proteobacterias son el principal filo involucrado en la protección contra patógenos

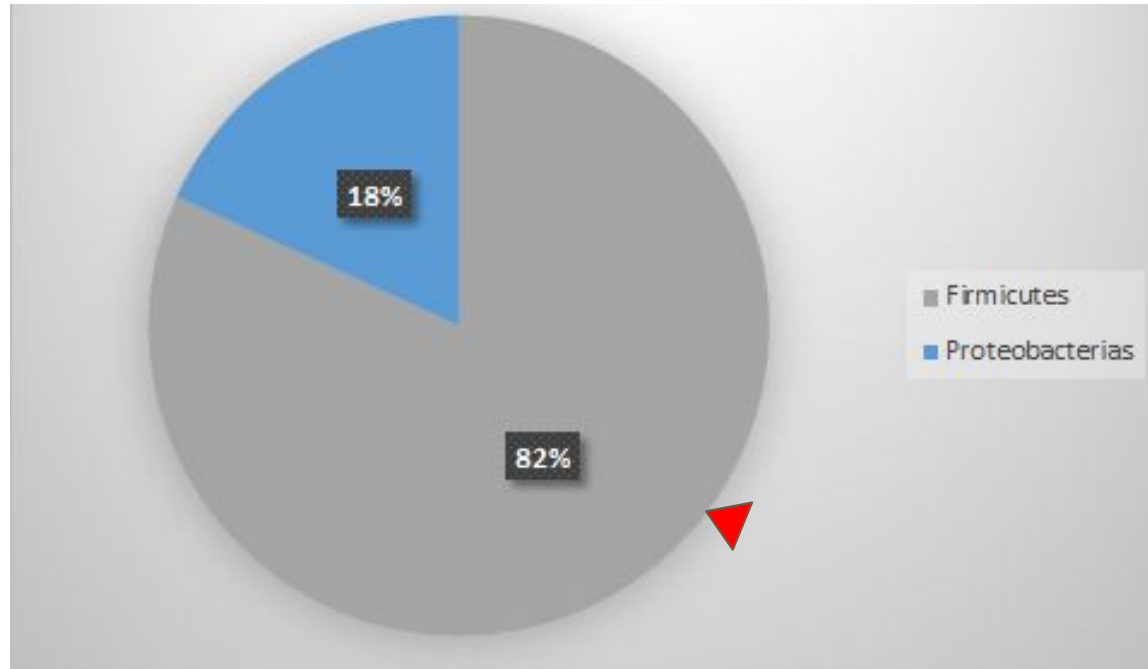


Rodrigo, et al. <sup>14</sup>(2020):  
“Proteobacterias  
excelentes en las  
relaciones simbióticas”

Fuente: elaboración propia.

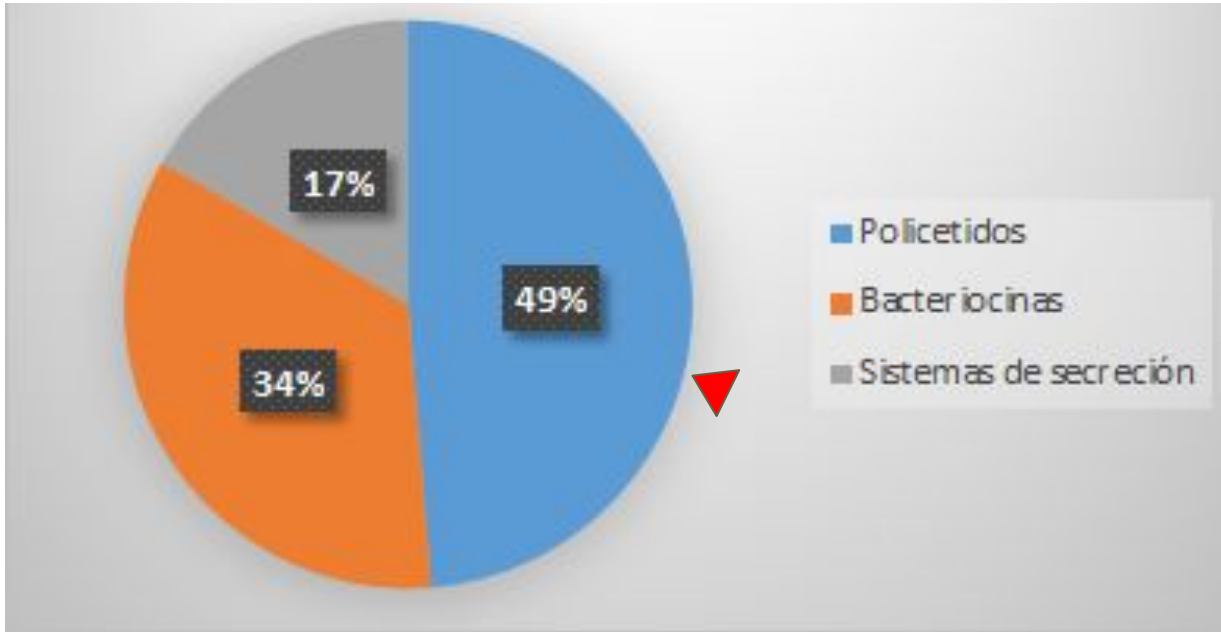


## El filo Firmicutes presenta mayor número de genes involucrados en la protección contra patógenos



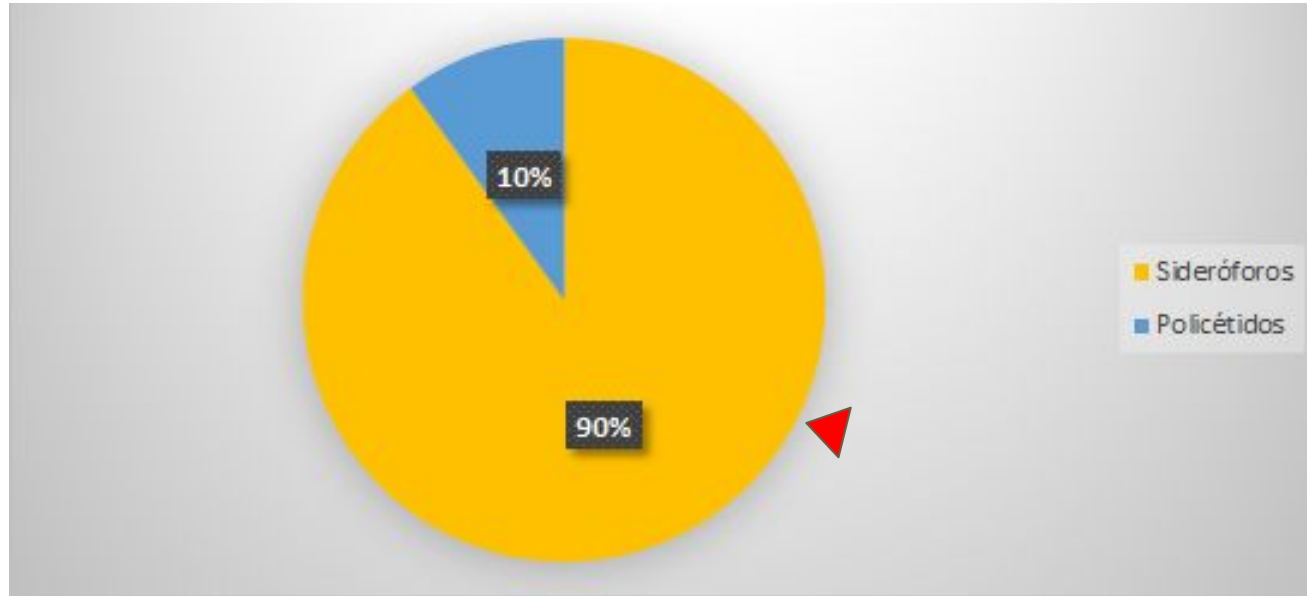
Fuente: elaboración propia

## Los policétidos son los principales compuestos involucrados en la defensa contra patógenos bacterianos



Zhang, et al. (2018)<sup>15</sup>,  
Benite, et al. (2002)<sup>16</sup>:  
“Policétidos son  
producidos por un mayor  
número de  
microorganismos”

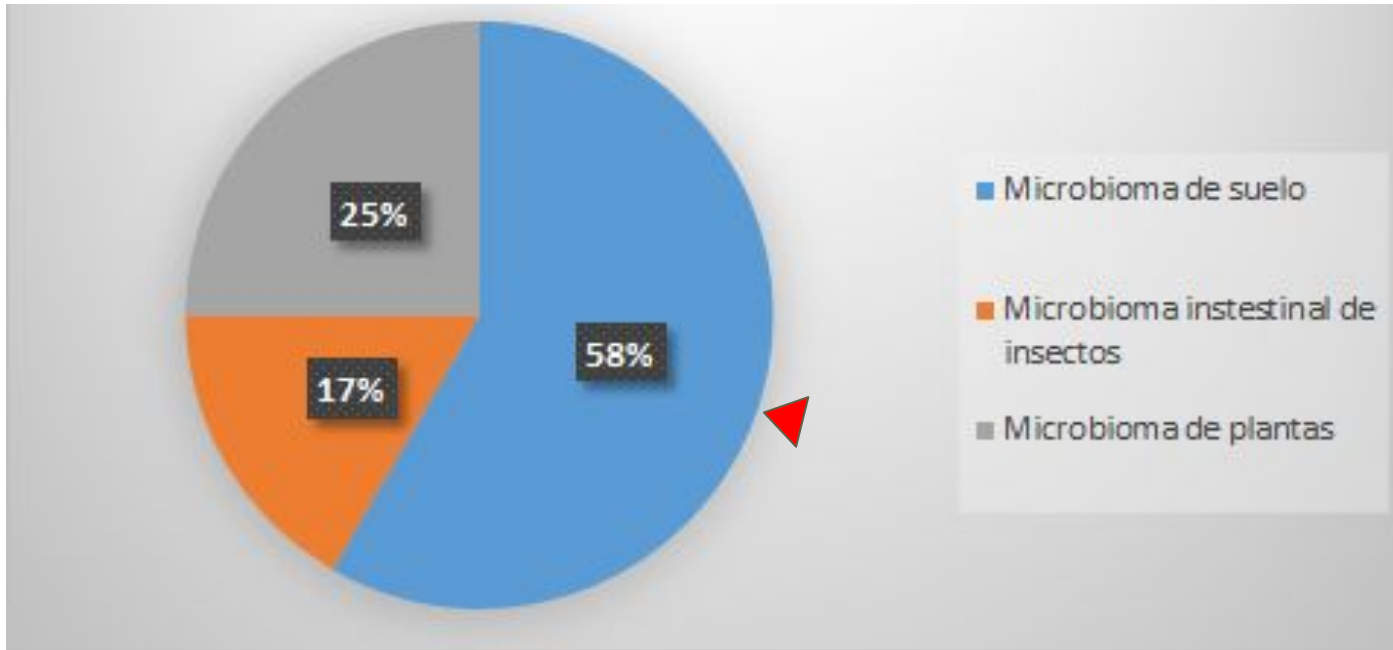
## Los sideróforos son los principales compuestos involucrados en la defensa contra patógenos fúngicos



Aguado, et al. (2012)<sup>17</sup>:  
“Exudados radicales de la  
planta proliferan  
bacterias productoras de  
sideróforos”

Fuente: elaboración propia.

## El microbioma del suelo es el principal microbioma involucrado en la protección contra patógenos



Faure, et al. <sup>18</sup>(2018):  
“Microbioma del suelo genera la supresión general de enfermedades”

Fuente: elaboración propia.

# 8. Conclusiones

- Se identificaron 30 genes potencialmente involucrados en la degradación de xenobióticos.
- Se encontraron 88 genes potencialmente involucrados en la protección contra patógenos microbianos.
- Proteobacteria fue el filo taxonómico donde se encontró una mayor cantidad de genes con potencial para degradar xenobióticos (principalmente insecticidas).
- Firmicutes fue el filo taxonómico con mayor potencial para participar en la protección contra patógenos microbianos.

- Los genes bacterianos potencialmente involucrados en la degradación de xenobióticos, tienen capacidad para degradar en mayor medida los HAP, seguido de compuestos piretroides.
- Los genes bacterianos involucrados en la protección contra patógenos bacterianos, estimulan en mayor medida la síntesis de compuestos policétidos.
- Los genes bacterianos involucrados en la protección contra patógenos fúngicos estimulan en mayor medida la producción de compuestos sideróforos.

- El microbioma del suelo contiene la mayor cantidad de genes bacterianos involucrados en la degradación de xenobióticos y la protección contra patógenos.
- Dosis repetidas y frecuentes de un determinado insecticida pueden llegar a causar un aumento en la degradación de xenobióticos por parte de genes bacterianos.
- La alteración o bloqueo del microbioma intestinal de insectos plaga podría ser una futura estrategia de control biológico sostenible y amigable con el medio ambiente.



# 9. Agradecimientos

*A Dios, a nuestras familias y amigos por acompañarnos en cada paso y apoyarnos incondicionalmente con nuestros sueños y metas.*

*A las Dras. Martha Lucia Posada Buitrago y Laura Carolina Cuervo Alarcón por toda su confianza, apoyo, tiempo y asesoría en el desarrollo de este trabajo.*

*A la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca y a su planta docente por formarnos como profesionales íntegros para servir a la sociedad.*

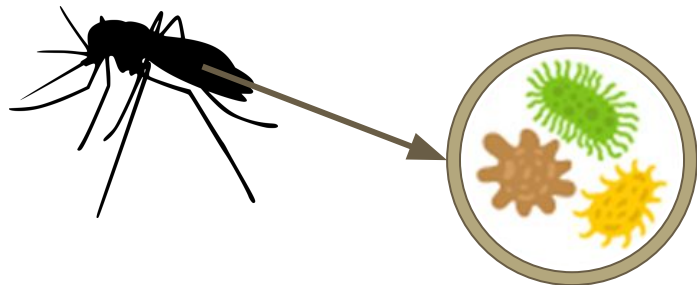
*A la Universidad Antonio Nariño por brindarnos el espacio en sus instalaciones para aprender y contribuir a la ciencia.*

# 10. Perspectivas futuras



<https://adrianapineda.wordpress.com/tag/expectativas-futuras/>

<https://www.vix.com/es/imj/salud/4344/a-alimentos-saludables-vida-sana>



<https://www.asociacionanse.org/proyectos/hacia-una-agricultura-mas-sostenible/>

# 11. Referencias

- 1) Wilson, D. Endophyte the evolution of a term and clarification of its use and definition. *Oikos*. 1995; 73(2): 274-276. [Internet] [cited 18 mar 2021]. Available in: <https://www.jstor.org/stable/3545919?seq=1>
- 2) Oliver KM, Russell JA, Moran NA, Hunter MS. Facultative bacterial symbionts in aphids confer resistance to parasitic wasps. *Proc Natl Acad Sci*. febrero 2003;100(4):1803-7. [Internet]. [cited 11 apr 2020]. Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC149914/>
- 3) Berg, G., Eberl, L., & Hartmann, A. The rhizosphere as a reservoir for opportunistic human pathogenic bacteria. *Environmental Microbiology*, 2005; 7(11): 1673-1685. [Internet] [cited 18 mar 2021]. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16232283/#:~:text=One%20natural%20reservoir%20of%20opportunistic,strong%20antagonistic%20traits%20are%20enhanced>
- 4) Macías M, Hernández B, Jiménez M, González M, Glenn A, et al. Naftoquinone spiroketal with allelochemical activity from the newly discovered endophytic fungus *Edenia gomezpompae*. *Phytochem*. 2006; 69(5): 1185-1196.[Internet] [cited 18 mar 2021]. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18234248/>
- 5) Tsavkelova E, Cherdyntseva T, Botina S, Netrusov A. Bacteria associated with orchid roots and microbial production of auxin. *Microbiological Research*. 2007; 162 (1): 69-76. [Internet] [citado 18 mar 2021]. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17140781/>
- 6) Perez A, Rojas J, Vale M. Biología y perspectiva de microorganismos endófitos asociados a plantas. *Recia*. 2009; 1(2): 286-01. [Internet] [citado 18 mar 2021]. Available in: <https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/recia/article/view/372>
- 7) Barberán, A., Bates, S., Casamayor, E. et al. Using network analysis to explore co-occurrence patterns in soil microbial communities. *ISME J* 6. 2012; 343–351. [Internet] [cited 18 mar 2021]. Available in: <https://www.nature.com/articles/ismej2011119#Abs1>
- 8) Engel P, Moran NA. The gut microbiota of insects - diversity in structure and function. *FEMS Microbiol. Rev.* [Internet]. 2013 [cited 19 mar 2020];37(5):699-735. Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23692388>
- 9) Gadad H, Vastrad AS. Gut bacteria mediated insecticide resistance in spodoptera litura (FAB.). *Journal of Experimental Zoology*, India 2016 Vol.19 No.2 pp.1099-1102 ref.7 . [Internet]. [cited 20 apr 2020]. Available in: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20163324584>

- 10) Galindo D , Zapata T, Ocampo I, Corrales M. Caracterización de bacterias asociadas a la rizósfera de plantas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) sometidas a estrés por déficit hídrico [Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de: Microbióloga]. Cali: Universidad Santiago de Cali; 2019.
- 11) Maloney S, Maule A, Smith A. Purification and preliminary characterization of permethrinase from a pyrethroid-transforming strain of *Bacillus cereus*. *Applied and Environmental Microbiology*. 1993; 59 (7): 2007- 2013. [Internet] [cited 23 mar 2021]. Available in: <https://aem.asm.org/content/59/7/2007>
- 12) Wang B, Guo P, Hang B, Li L, He J, et al. Cloning of a Novel Pyrethroid- Hydrolyzing Carboxylesterase Gene from *Sphingobium* sp. Strain JZ-1 and Characterization of the Gene Product. *Applied and Environmental Microbiology*. 2009;75(17), 5496–5500. [Internet] [cited 23 mar 2021]. Available in: <https://aem.asm.org/content/75/17/5496>
- 13) Devi Y, Louremba D, Shantibala T, Subharani S, Modak R y Rajashekar Y. Assessment of gut microbiota associated with oak tasar silkworm, *Antheraea proylei* J.(Lepidoptera: Saturniidae). *Authorea* [Internet]. 2020. [cited 23 mar 2021]. Available in: : <https://www.authorea.com/doi/full/10.22541/au.159620873.39022932/>
- 14) Rodrigo A. Vergara R. Francisco C. Yepes R. Miguel A. Fortalecimiento y Capacitación Técnico Empresarial para cuatro Microempresas Agroindustriales del Municipio de Granada.2020 [Internet] [Consultado 20 mar 2021] Disponible en: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4795/1/066.pdf>
- 15) Zhang F, Sun XX, Zhang XC, Zhang S, Lu J, Xia YM, Huang YH y Wang XJ. The interactions between gut microbiota and entomopathogenic fungi: a potential approach for biological control of *Blattella germanica* (L.). *Pest Manag. Sci*. [Internet]. 2018 [Cited 26 feb 2021]; 74(2): 438-447. Available in: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ps.4726>
- 16) Benite A, Machado S, Machado B. Sideróforos: “Uma resposta dos microorganismos”. *Quím. Nova*. 2002 Dic. [citado 20 sep 2020]; 25 (6b), 1155-1164. Available in: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422002000700016&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422002000700016&script=sci_arttext)
- 17) Aguado SGA, Moreno GB, Jiménez FB, García ME y Preciado ORE. Impacto de los sideróforos microbianos y fitosidóforos en la asimilación de hierro por las plantas: una síntesis[Internet]. 2012[cite 2021 ]; 35(1): 9-21. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802012000100004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802012000100004&script=sci_arttext)

- 18) Zarifis E. (2021). Ilustración microbioma. [Figura]. Recuperado de:  
[https://www.suravitan.com/media/wysiwyg/good-bad-bacterias\\_2.png](https://www.suravitan.com/media/wysiwyg/good-bad-bacterias_2.png)
- 19) Silueta hombre y mujer.[Figura]. Recuperado de:  
[https://cdn.pixabay.com/photo/2016/05/27/10/20/man-1419413\\_960\\_720.png](https://cdn.pixabay.com/photo/2016/05/27/10/20/man-1419413_960_720.png)
- 20) Silueta insecto.[Figura]. Recuperado de:  
[https://cdn.pixabay.com/photo/2018/08/30/20/44/mosquito-3643252\\_960\\_720.png](https://cdn.pixabay.com/photo/2018/08/30/20/44/mosquito-3643252_960_720.png)
- 21) Silueta planta[Figura]. Recuperado de:<https://image.flaticon.com/icons/png/512/25/25063.png>
- 22) Ilustración suelo[Figura]. Recuperado de:  
<https://i.pinimg.com/originals/0b/6b/c5/0b6bc50a3e00e7a52938e3d247aea04c.png>
- 23) Ilustración calavera [Figura]. Recuperado de:  
[https://img.freepik.com/vector-gratis/plantilla-monocromatica-vintage-calavera-tibias-cruzadas\\_225004-1254.jpg?size=338&ext=jpg&ga=GA1.2.1030426669.1618444800](https://img.freepik.com/vector-gratis/plantilla-monocromatica-vintage-calavera-tibias-cruzadas_225004-1254.jpg?size=338&ext=jpg&ga=GA1.2.1030426669.1618444800)
- 24) Ilustración cultivo [Figura]. Recuperado de:  
<http://3.bp.blogspot.com/-Px4Z0HfHUks/UGY3QH0q-gI/AAAAAAAAACY/fvo0QVSbweE/s1600/2.jpg>
- 25) Ilustración agua [Figura]. Recuperado de:  
<https://www.elagoradiario.com/wp-content/uploads/2021/01/agua-1140x600.jpg>
- 26) Silueta pesos[Figura]. Recuperado de:  
<https://i.pinimg.com/originals/ea/c8/ee/eac8eefd9e3e5ff29ad8213736b53cbb.png>
- 27) Ilustración semilla [Figura]. Recuperado de:  
[https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS8MeA3\\_LeIKU2UsJdOg0Tt-fUavKB2U33TYA&usqp=CAU](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS8MeA3_LeIKU2UsJdOg0Tt-fUavKB2U33TYA&usqp=CAU)
- 28) Silueta industria [Figura]. Recuperado de:  
<https://img2.freepng.es/20180422/oiw/kisspng-factory-industry-clip-art-sector-5add420a8c8ee4.4555385215244498025757.jpg>



29) Ilustración sostenibilidad [Figura]. Recuperado de:

<https://www.taxpartners.com.pe/wp-content/uploads/2020/11/sustentabilidad-economica-800x445.jpg>

30) Ilustración tercer objetivo del desarrollo sostenible [Figura]. Recuperado de: Ilustración

31) Ilustración insecticida: [Figura]. Recuperado de:

<https://curiosfera-historia.com/historia-del-insecticida-origen-e-inventor/>

32) Ilustración insectos:[Figura]. Recuperado de:

<https://prvectorcontrol.org/sabias-que-los-mosquitos-pueden-volverse-resistentes-a-insecticidas/>

33) Silueta secuetro [Figura]. Recuperado de:

<https://i.pinimg.com/originals/83/75/2b/83752ba9f7f5282af805d2f82de0caea.jpg>

34) Silueta bacteria [Figura]. Recuperado

de:<https://i.pinimg.com/originals/32/f9/3d/32f93dd9ec91a8d3581280239dfac24c.jpg>

35) Silueta hongos [Figura]. Recuperado de:

<https://w7.pngwing.com/pngs/327/532/png-transparent-computer-icons-fungus-silhouette-animals-text-copyright.png>

36) Silueta tren [Figura]. Recuperado

de:[https://img.pixers.pics/pho\\_wat\(s3:700/FO/34/61/29/11/700\\_FO34612911\\_3c68d82250fe63f1c3798dd86dd1748e.jpg,700,309,cms:2018/10/5bd1b6b8d04b8\\_220x50-watermark.png,over,480,259.jpg\)/fotomurales-silueta-de-tren-de-madera.jpg.jpg](https://img.pixers.pics/pho_wat(s3:700/FO/34/61/29/11/700_FO34612911_3c68d82250fe63f1c3798dd86dd1748e.jpg,700,309,cms:2018/10/5bd1b6b8d04b8_220x50-watermark.png,over,480,259.jpg)/fotomurales-silueta-de-tren-de-madera.jpg.jpg)

# Gracias

---