



INFLUENCIA DE LA COMUNIDAD BACTERIANA EN LOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS DEL CARBONO Y EL NITRÓGENO EN EL ECOSISTEMA DE MANGLAR

**Danya Gabriela Ramírez Lozada
Nicolás David Rojas Villamil**

Asesor interno
PhD. Martha Lucía Posada Buitrago

UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA BACTERIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO
PROYECTO DE GRADO
BOGOTÁ D.C
2020

Tabla de contenido

1. Introducción
2. Objetivo general
3. Objetivos específicos
4. Antecedentes
5. Marco Teórico
6. Metodología
7. Resultados y Discusión
8. Conclusiones
9. Agradecimientos
10. Perspectivas futuras
11. Referencias

01

Introducción

Manglar de la bahía de Cispatá, San Antero, Córdoba

Servicios
que presta a
la comunidad



Manglar de la bahía de cispatá. Imagen tomada por:Nicolás Rojas Villamil




Manglares
en Colombia

Raíz de mangle. Imagen tomada por:Gabriela Ramírez Lozada

02

Objetivo general



Determinar la influencia de la comunidad procariota en los ciclos biogeoquímicos del Carbono y Nitrógeno en el ecosistema de manglar.

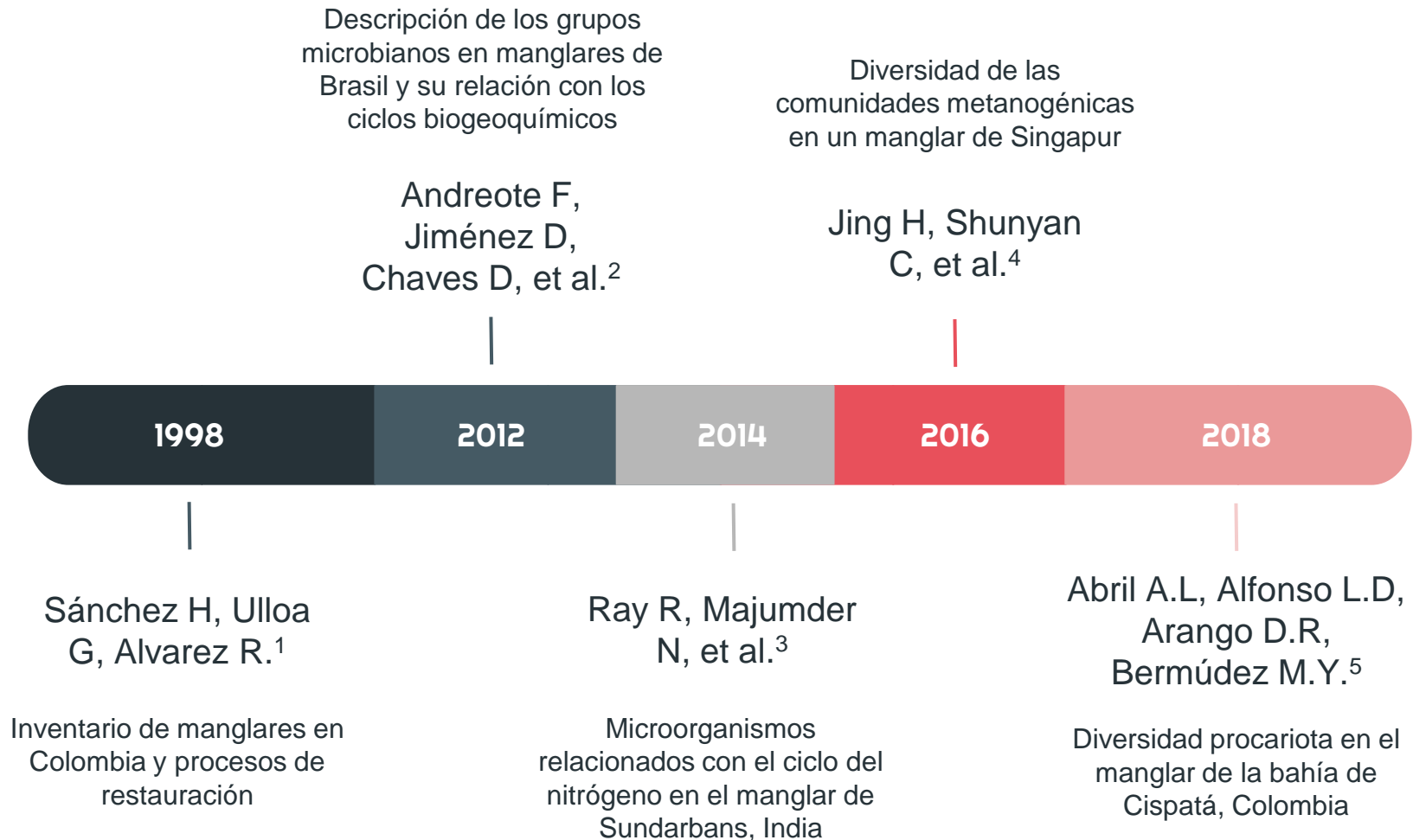
03

Objetivos específicos

- Conocer el estado actual de los estudios sobre la comunidad procariota en los ecosistemas de manglar mediante una revisión documental.
- Identificar los principales microorganismos procariotas involucrados en el desarrollo del ciclo del Nitrógeno en los ecosistemas de manglar.
- Identificar los principales microorganismos procariotas involucrados en el desarrollo del ciclo del Carbono en los ecosistemas de manglar.
- Relacionar la diversidad procariota del ecosistema de manglar de la Bahía de Cispatá (San Antero, Córdoba) y su función en los ciclos biogeoquímicos del carbono y el nitrógeno.

04

Antecedentes



05

Marco Teórico



Imagen tomada por: Martha Lucia Posada

Proteobacteria, Bacteroidetes, Actinobacteria y Euryarchaeota⁵.



<https://www.estudopratico.com.br/mangues-do-brasil-fauna-e-outras-caracteristicas-dos-manguezais/>

Proteobacteria, Bacteroidetes, Firmicutes y Euryarchaeota².



http://spanish.xinhuanet.com/photo/2020/03/26/c_139510155.htm

Proteobacteria, Firmicutes, Chloroflexi y Cyanobacteria⁷.



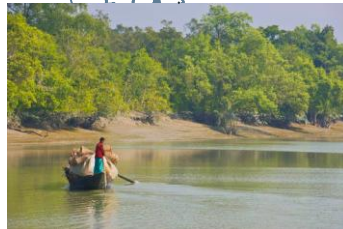
<http://www.koreaherald.com/view.php?ud=20110218000708>

Proteobacteria, Cyanobacteria, Planctomycetes y Euryarchaeota⁸.



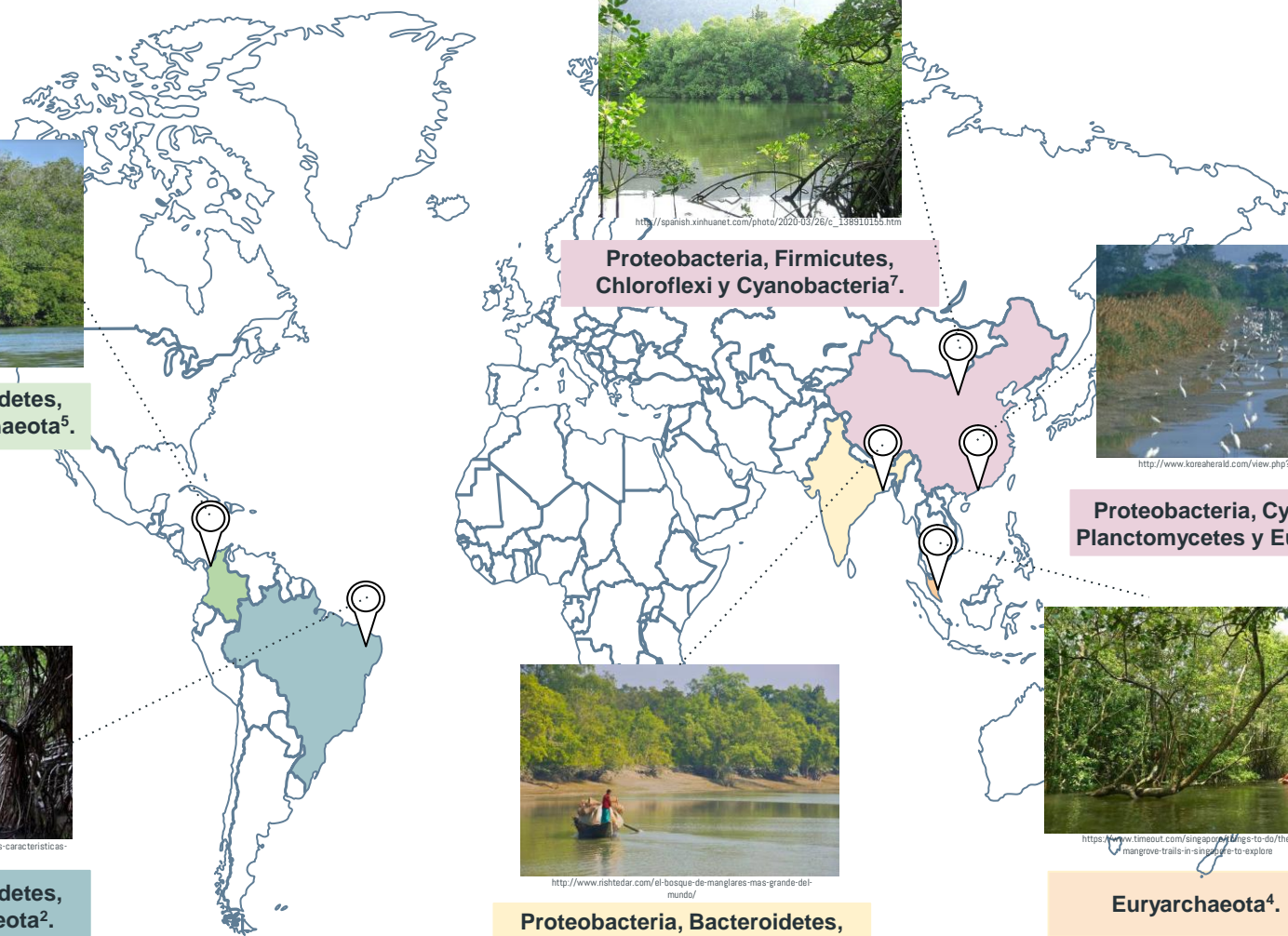
<https://www.timeout.com/singapore/things-to-do/the-best-mangrove-trails-in-singapore-to-explore>

Euryarchaeota⁴.

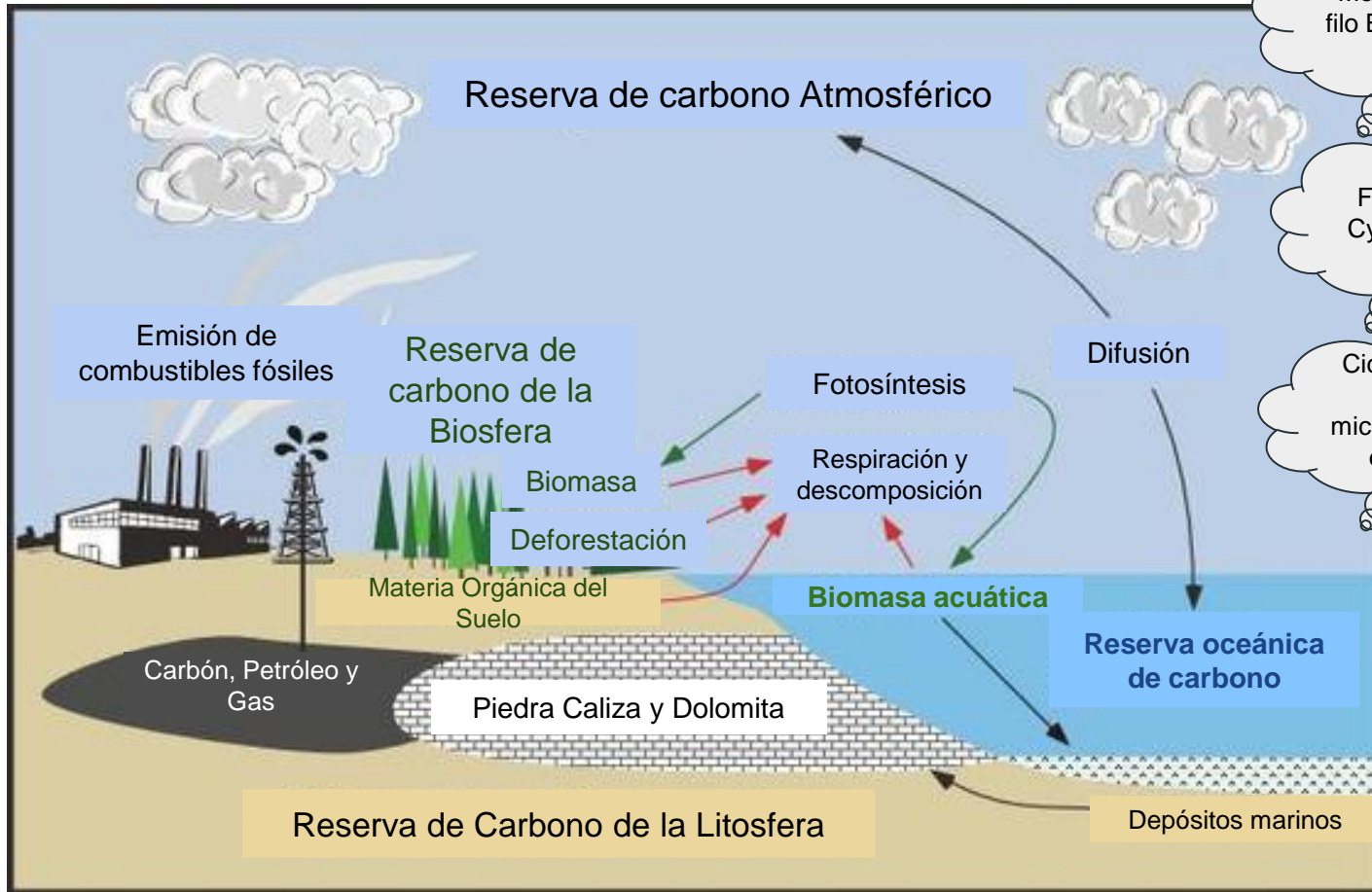


<http://www.rishtedar.com/el-bosque-de-manglares-mas-grande-del-mundo/>

Proteobacteria, Bacteroidetes, Firmicutes y Actinobacteria⁶.



Ciclo del carbono



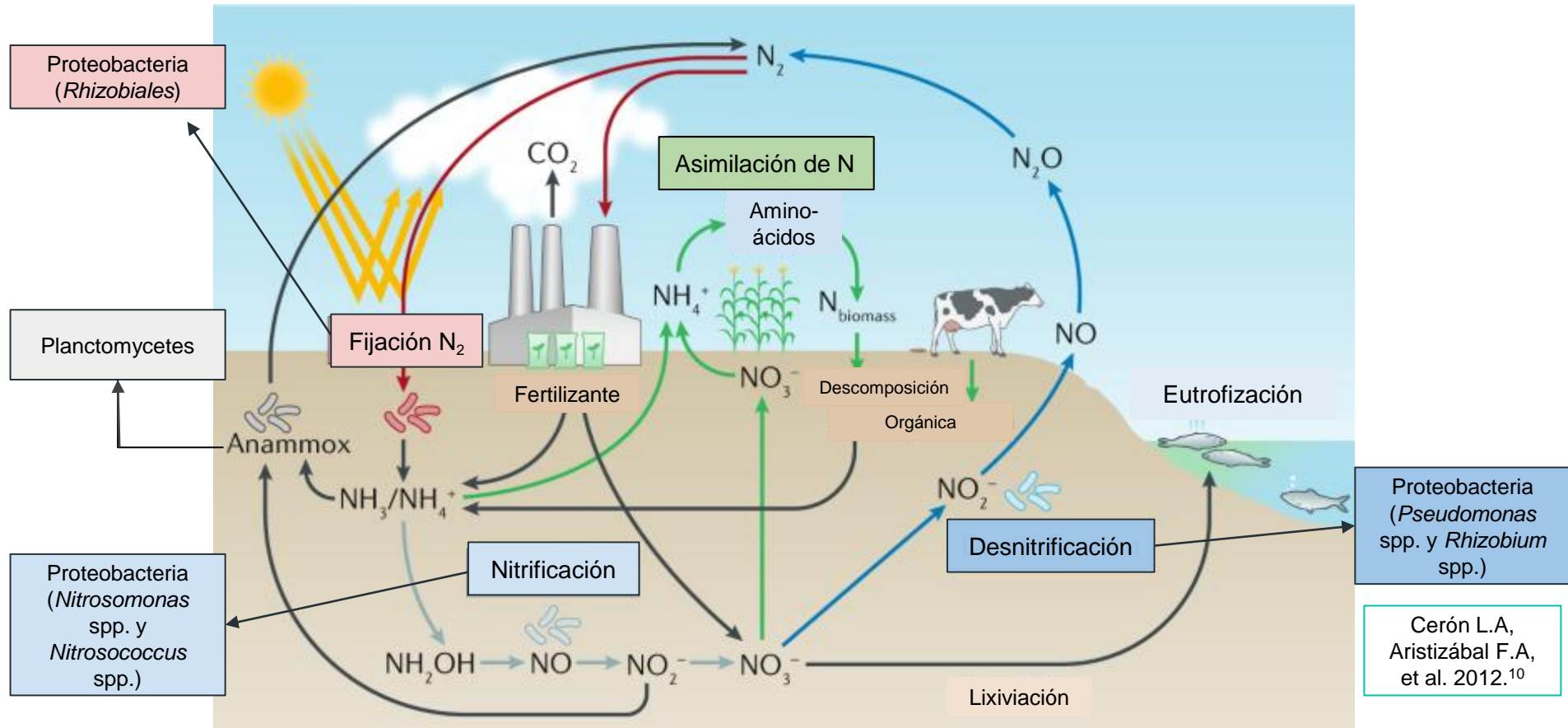
Metanogénesis:
filo Euryarchaeota

Fotosíntesis:
Cyanobacteria

Ciclo global del
carbono:
microorganismos
en general

Duarte C,
Alonso S, et al.
2006.⁹

Ciclo del nitrógeno



<https://www.nature.com/articles/s41570-018-0041-7?proof=t>. Traducción propia

Proteobacteria
(*Pseudomonas*
spp. y *Rhizobium*
spp.)

Cerón L.A,
Aristizábal F.A,
et al. 2012.¹⁰

06

Metodología

1



Revisión bibliográfica

Información de carácter científico

10 Bases de datos y páginas web
(Google y Google scholar)

2



Selección del material bibliográfico

Primer filtro: uso de operadores lógicos y booleanos + palabras clave (678).

Segundo filtro: según los temas a tratar en el estudio (226).

La información se organizó y se tabuló.

3



Elaboración de la estructura del documento

Lectura detallada de la información recopilada

Con base en lo descrito por Abril⁵, et al. 2018, se analizaron los microorganismos procariontes relacionados con los ciclos del C y N en el manglar de Cispatá.

07

Resultados y discusión

Bases de datos y páginas web consultadas

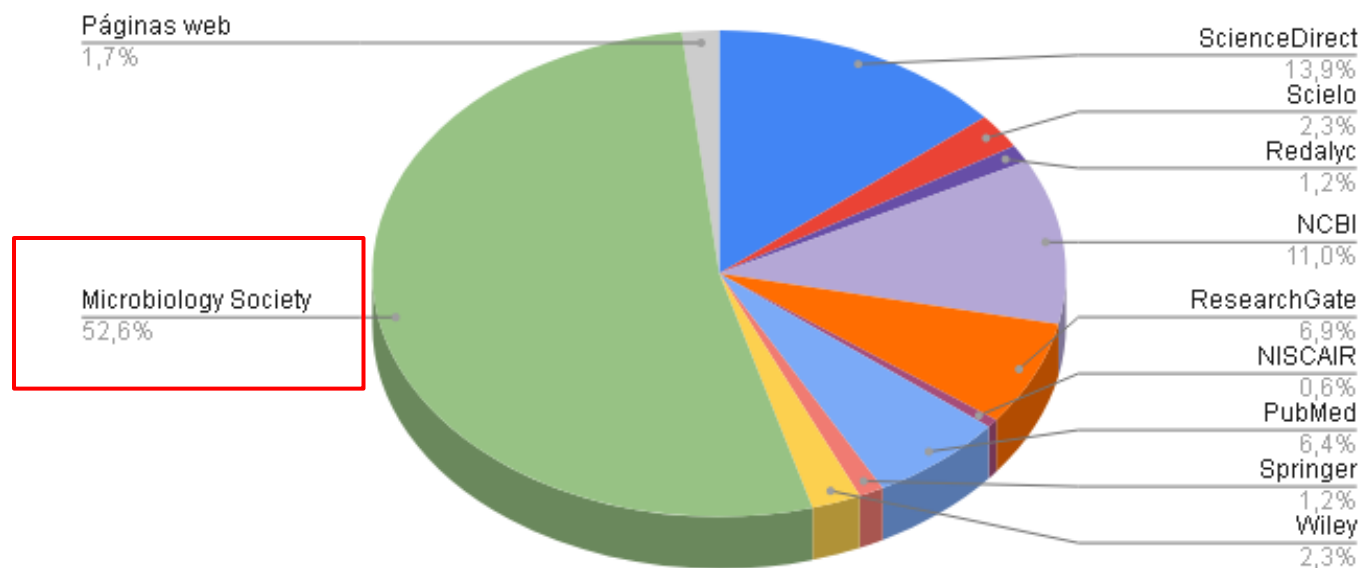


Figura 1. Bases de datos y páginas web utilizadas para la consulta de información.

Fuente: elaboración propia.

Clasificación de referencias bibliográficas

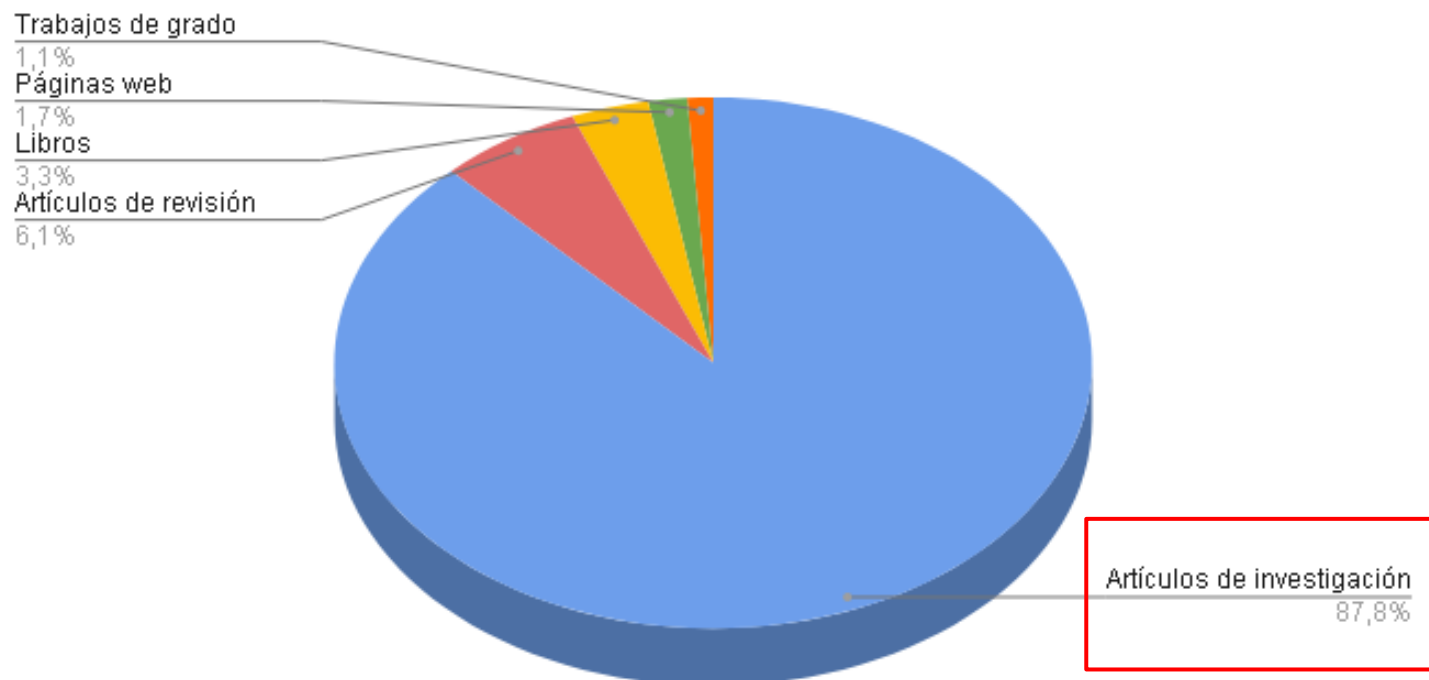
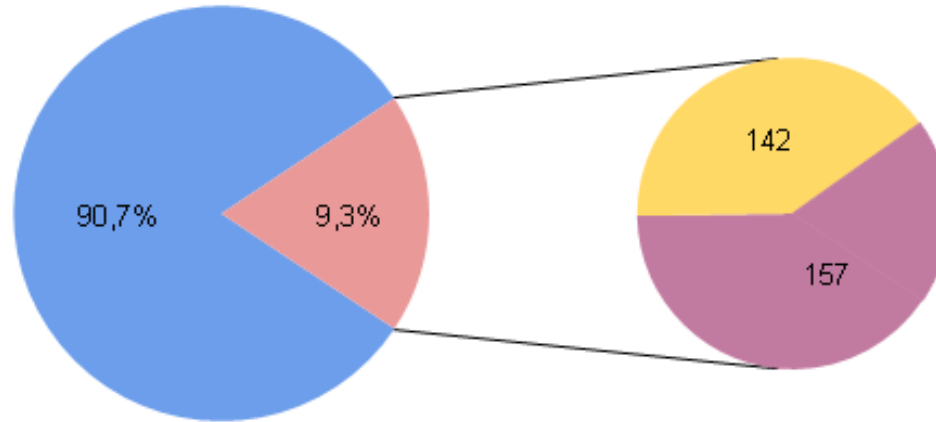


Figura 2. Clasificación de referencias bibliográficas. Fuente: elaboración propia.

Secuencias analizadas

Batista R. A,
Rayo M, et al.
2016.¹¹

Recuperación limitada
(<1%) por técnicas de
cultivo



Abril A. L. et al.
2018.⁵

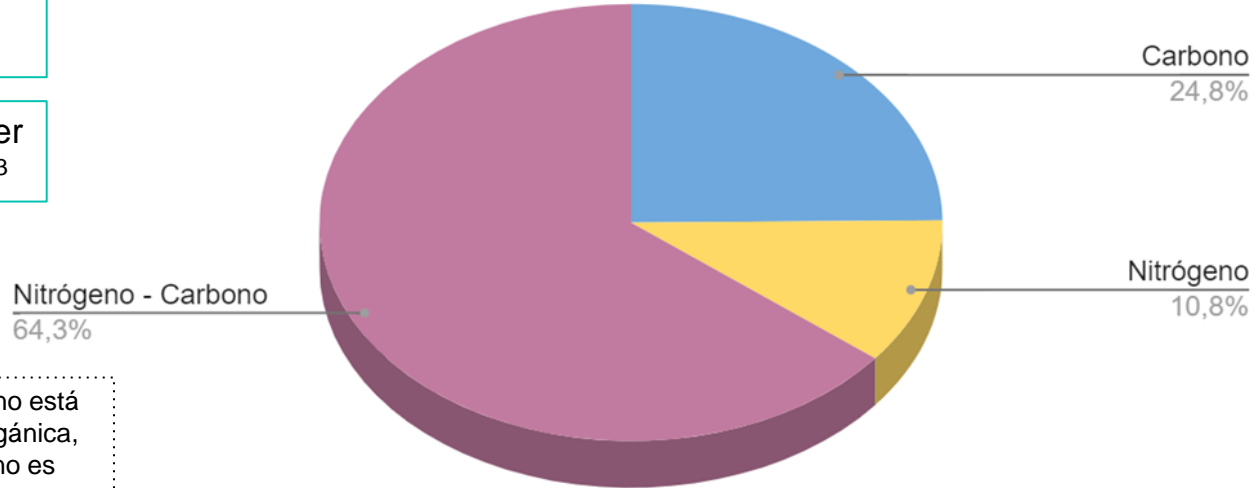
- OTU no identificadas
- OTU identificadas con género y especie
- Géneros y especies no relacionados con el ciclo del carbono y nitrógeno
- Géneros y especies relacionados con el ciclo del carbono y nitrógeno

Figura 3. Secuencias analizadas de un total de 3.215 OTU para el manglar de la bahía de Cispatá

Microorganismos procariotas involucrados en los ciclos biogeoquímicos del carbono y nitrógeno

Batista R. A,
Rayo M, et al.
2016.¹¹

Ray R, Majumder
N. et. al. 2014.³



La mayor parte del carbono está presente en la materia orgánica, mientras que el nitrógeno es limitado y se encuentra principalmente en forma de amonio

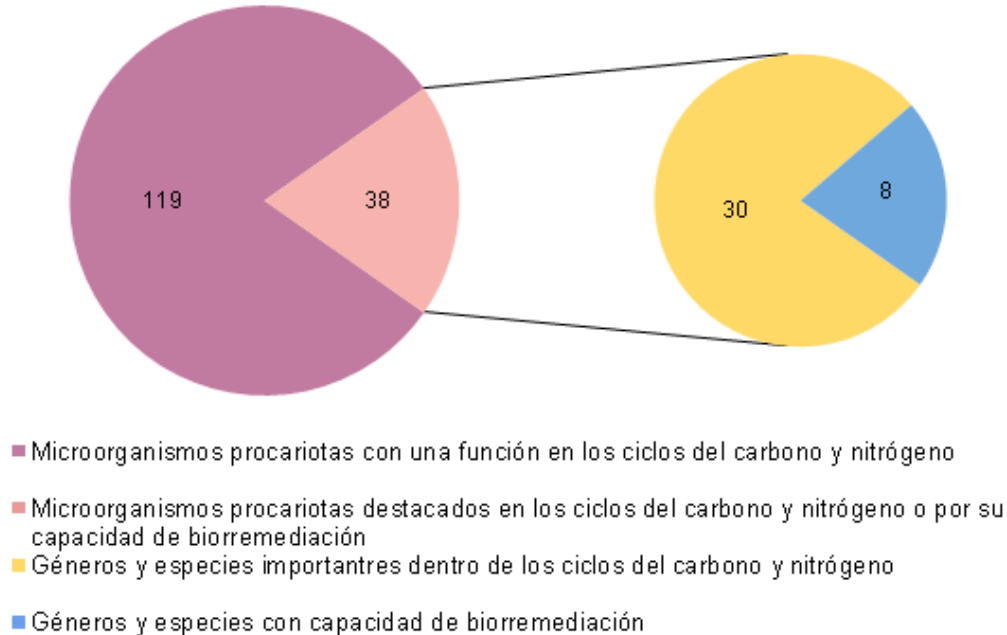
Figura 4. Microorganismos procariotas involucrados en los ciclos biogeoquímicos del carbono y nitrógeno en el ecosistema de manglar de la bahía de Cispatá.

Fuente: elaboración propia.

Microorganismos procariontos que desempeñan una función importante en los ciclos biogeoquímicos del carbono y nitrógeno

Burgos S, Navarro A, et al. 2017.¹²

Compuestos xenobióticos que afectan el manglar de la bahía de Cispatá



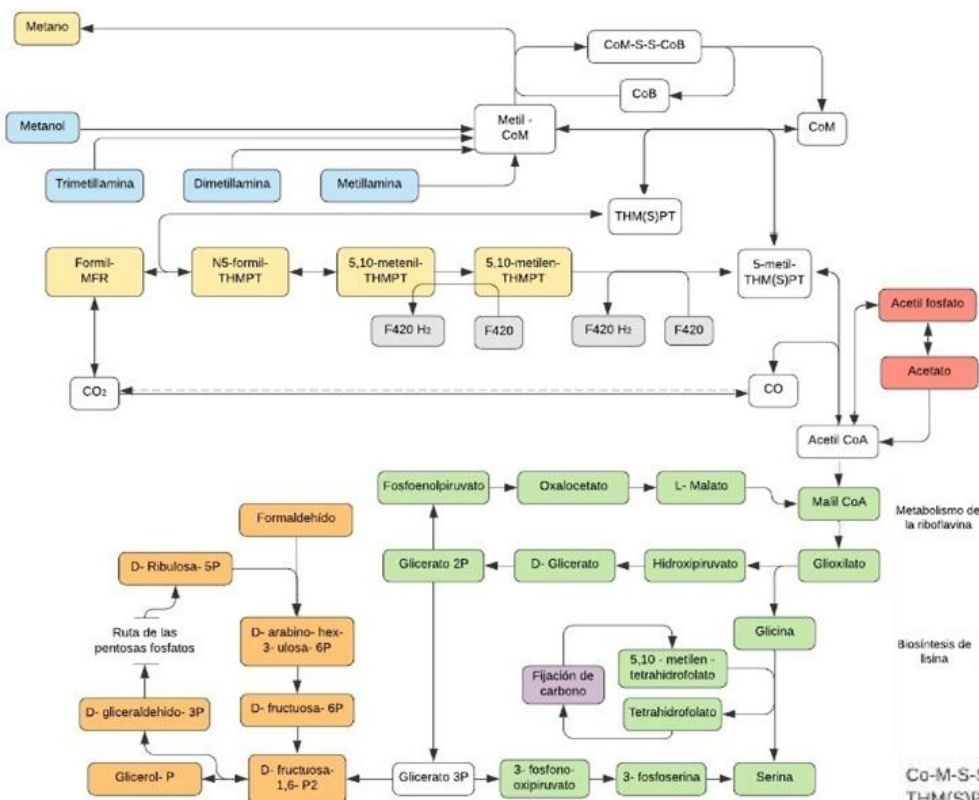
Mahjoubi M, Cappello S, et al. 2018.¹³

Thalassolituus marinus
(Hidrocarburos)

Pseudomonas putida
(TNT)

Nelson K. E, Weinel C, et al. 2002.¹⁴

Figura 5. Microorganismos procariontos que desempeñan una función importante en los ciclos biogeoquímicos del carbono y nitrógeno en el ecosistema de manglar de la bahía de Cispatá. Fuente: elaboración propia.

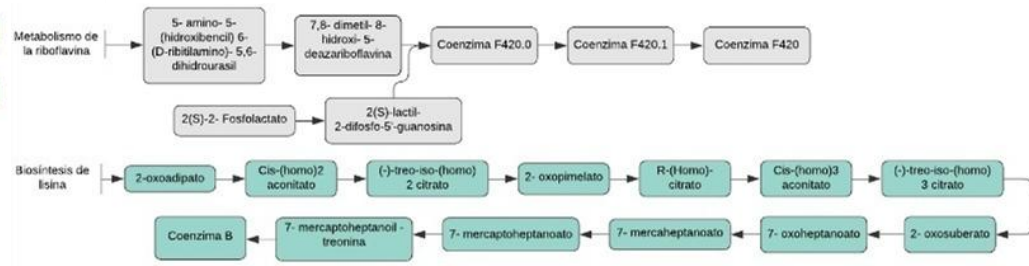


Abril A. L, et al.
2018.⁵

Gadd G. M,
Sariaslani S. 2016.¹⁵

Methanosarcina horonobensis
Methanosarcina siciliae

Rhodococcus erythropolis
Rhodococcus qingshengii



Co-M-S-S-CoB: coenzima M heterodisulfuro de 7-mercaptoheptanoiltreonina-fosfato
THM(S)PT o THMPT: tetrahidrometanoptarina THF: tetrahidrofolato
MFR: metanofurano THF: tetrahidrofolato
Co-M: coenzima M CoB: coenzima B

- Metanogénesis hidrogenotrófica
- Metanogénesis acetoclástica
- Metanogénesis metilotrófica
- Biosíntesis de la enzima F420
- Extensión de la cadena del ácido 2-oxocarboxílico
- Asimilación de formaldehído, vía de la ribulosa monofosfato
- Asimilación de formaldehído, vía de la serina
- Fijación de carbono
- Vía del acetyl CoA
- Parte de la ruta compartida

Figura 6. Esquema de las rutas metabólicas implicadas en el ciclo biogeoquímico del carbono.
Fuente: elaboración propia.

Abril A. L, et al.
2018.⁵

Gadd G. M,
Sariaslani S. 2016.¹⁵

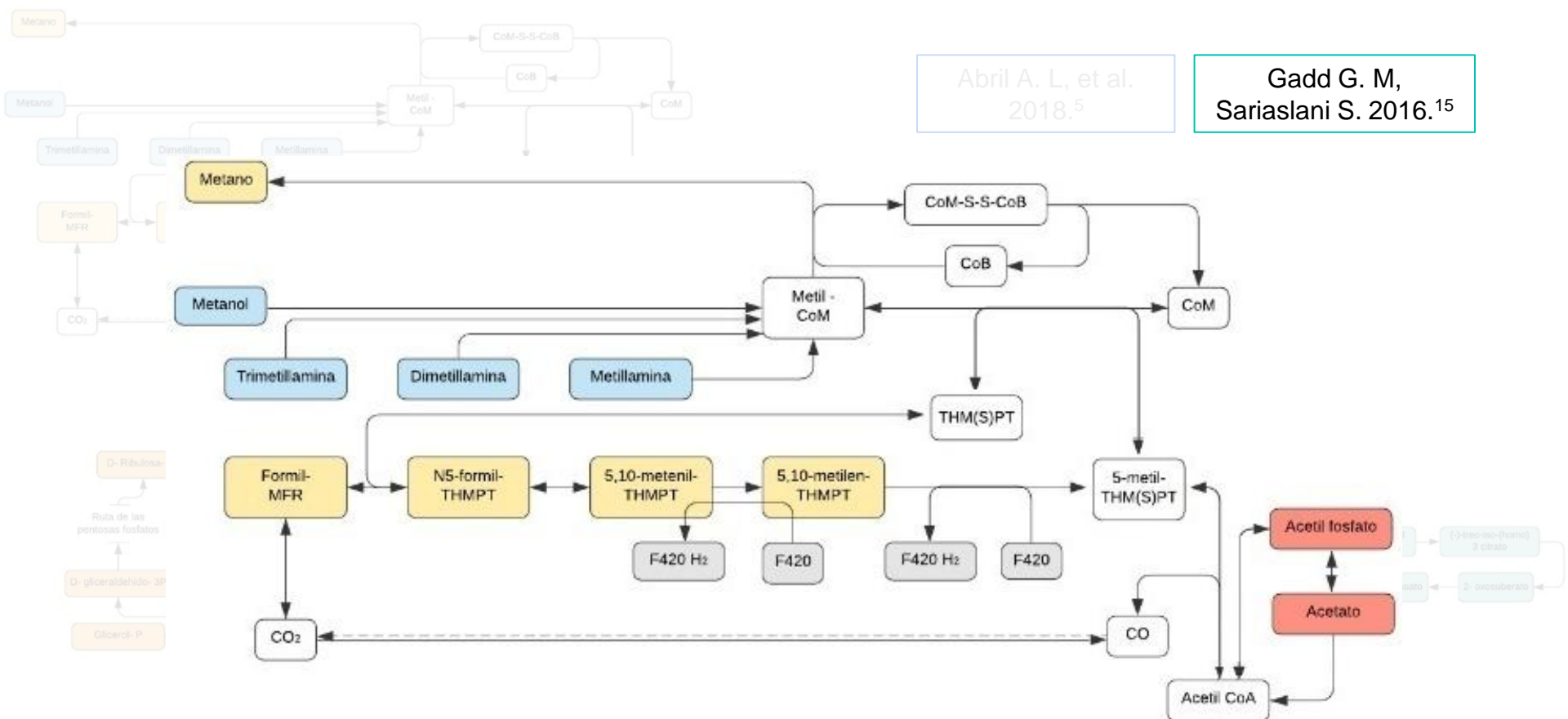
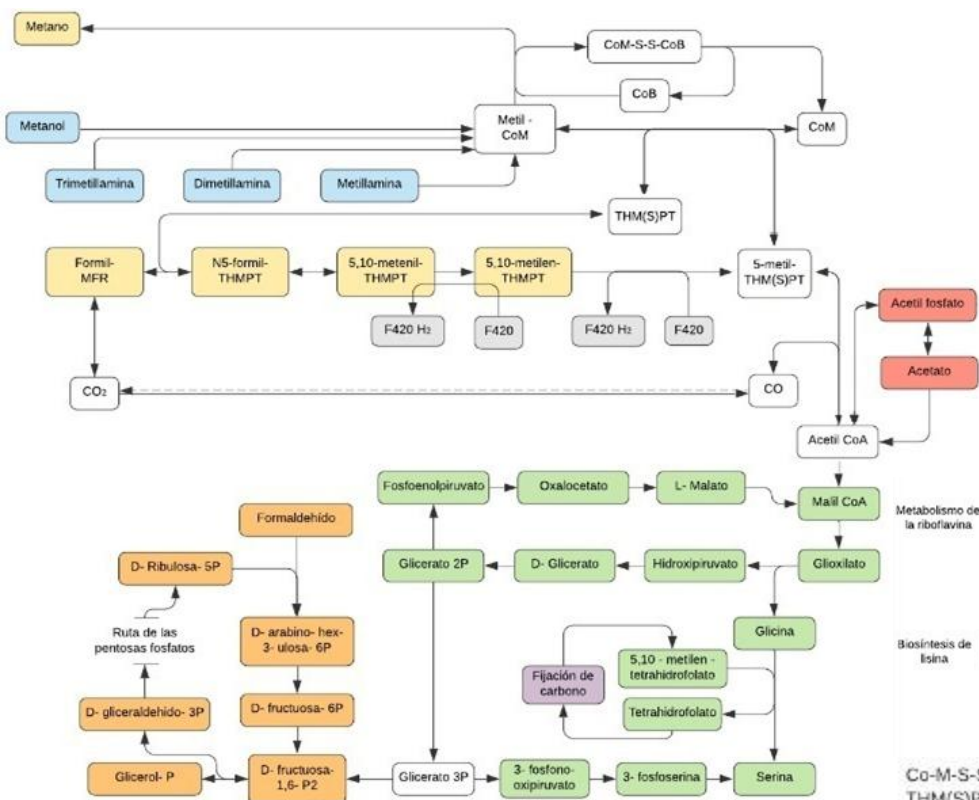


Figura 6. Esquema de las rutas metabólicas implicadas en el ciclo biogeoquímico

- Metanogénesis hidrogenotrófica
- Metanogénesis acetoclástica
- Metanogénesis metilotrófica
- Parte de la ruta compartida
- Asimilación de formaldehído, vía de la serina
- Fijación de carbono
- Biosíntesis de la enzima F420
- Extensión de la cadena del ácido 2-oxocarboxílico
- Parte de la ruta compartida
- Via del acetyl CoA

Fuente: elaboración propia.

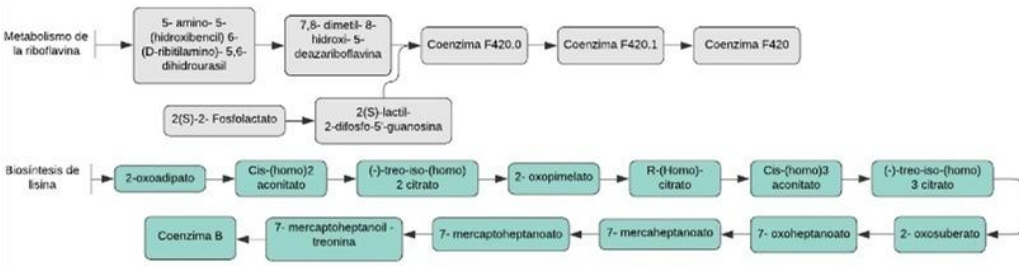


Abril A. L, et al.
2018.⁵

Gadd G. M,
Sariaslani S. 2016.¹⁵

Methanosarcina horonobensis
Methanosarcina siciliae

Rhodococcus erythropolis
Rhodococcus qingshengii



Co-M-S-S-CoB: coenzima M heterodisulfuro de 7-mercaptoheptanoiltreonina-fosfato
 THM(S)PT o THMPT: tetrahidrometanoptarina THF: tetrahidrofolato
 MFR: metanofurano THF: tetrahidrofolato
 Co-M: coenzima M CoB: coenzima B

- Metanogénesis hidrogenotrófica
- Metanogénesis acetoclástica
- Metanogénesis metilotrófica
- Biosíntesis de la enzima F420
- Extensión de la cadena del ácido 2-oxocarboxílico
- Asimilación de formaldehído, vía de la ribulosa monofosfato
- Asimilación de formaldehído, vía de la serina
- Fijación de carbono
- Vía del acetyl CoA
- Parte de la ruta compartida

Figura 6. Esquema de las rutas metabólicas implicadas en el ciclo biogeoquímico del carbono.
 Fuente: elaboración propia.

Abril A.L, et al.
2018.⁵

Proteobacteria > Chlorobi > Firmicutes > Euryarchaeota
No se encontró actividad para los procesos de nitrificación
y anamnox.

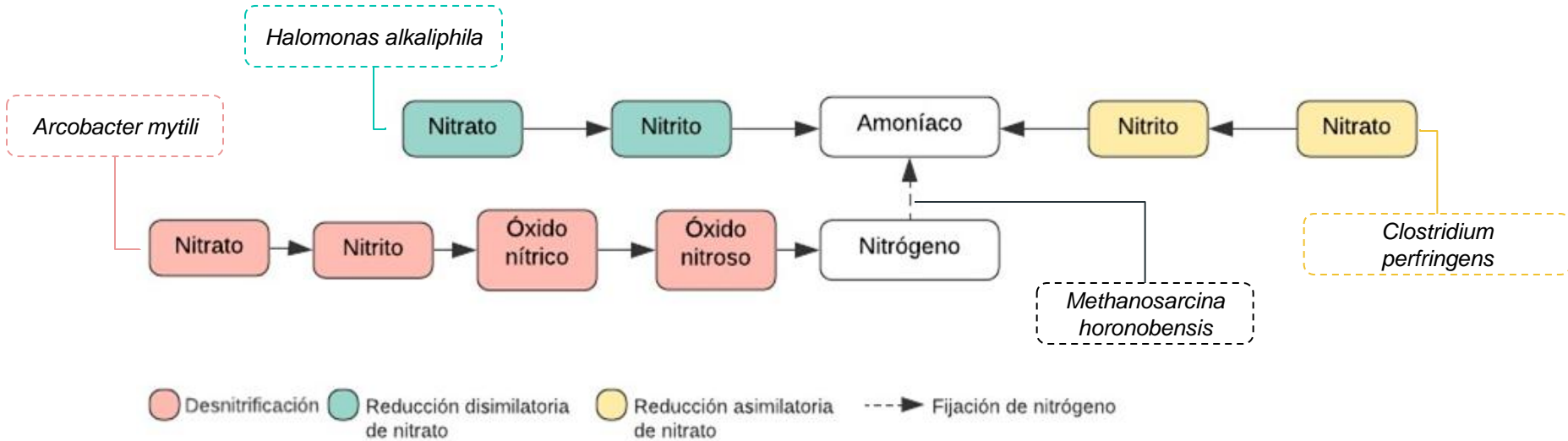


Figura 7. Esquema de las rutas metabólicas implicadas en el ciclo biogeoquímico del nitrógeno.
Fuente: elaboración propia.

08

Conclusiones

- En la revisión y análisis bibliográfico realizado se encontró que la comunidad microbiana que habita con mayor abundancia los ecosistemas de manglar pertenecen a los filos Proteobacteria (gammaproteobacteria, deltaproteobacteria y alphaproteobacteria), Firmicutes (Clostridia y Bacilli), Planctomycetes, Actinobacteria, Chloroflexi, Bacteroidetes, Cyanobacteria y Chlorobi, en cuanto, a la comunidad arqueal se observaron los filos Thermoplasmata, Bathyarchaeota, Euryarchaeota y Crenarchaeota. Estos filos presentan una gran diversidad de géneros y especies que no solo colonizan estos ambientes dependiendo de los factores bióticos y abióticos por los que atraviesa el ecosistema, sino que también, aportan a su mantenimiento y funcionamiento, gracias a que poseen una gran variedad enzimática que contribuye a los procesos de degradación de la materia orgánica, reciclaje de nutrientes y a la capacidad de biorremediación de diferentes compuestos xenobióticos.

- Los principales microorganismos procariotas identificados en el desarrollo del ciclo del nitrógeno en los ecosistemas de manglar pertenecen a los filos Planctomycetes y Proteobacteria (Alphaproteobacteria, Betaproteobacteria y Deltaproteobacteria) que están involucrados en la fijación de nitrógeno, nitrificación, reducción asimilatoria y disimilatoria de nitrato, anammox y desnitrificación.
- Los principales microorganismos procariotas identificados en el desarrollo del ciclo del carbono en los ecosistemas de manglar pertenecen al filo Proteobacteria; se destaca la clase Alphaproteobacteria por participar en la fotosíntesis oscura y la metilotrofia y las Deltaproteobacteria, que junto con el filo arqueal Euryarchaeota, son representativas por contribuir en las transformaciones del metano.

- La comunidad procariota del ecosistema de manglar de la bahía de Cispatá está conformada en su mayoría por el filo Proteobacteria y en menor medida por Chlorobi, Firmicutes y Euryarchaeota, en donde encontramos microorganismos reportados con género y especie que llevan a cabo funciones importantes en los procesos de fijación de nitrógeno, reducción asimilatoria y disimilatoria de nitrato y desnitrificación, como *Halomonas alkaliphila*, *Arcobacter mytili*, *Methanosarcina horonobensis*, entre otros. Sin embargo, no se encontraron microorganismos que presenten actividad para los procesos de nitrificación y anammox.
- La principal vía metabólica relacionada con el ciclo del carbono y los microorganismos en el ecosistema de manglar de la bahía de Cispatá es la metanogénesis, que es llevada a cabo en su mayoría por el filo arqueal Euryarchaeota, en el que se destacan microorganismos como *Methanosarcina horonobensis*, *Methanosaeta harundinacea*, *Methanosarcina siciliae*, entre otros.

09

Agradecimientos

Principalmente a nuestras familias porque han sido la base de nuestra formación aportando grandes cosas en nuestras vidas, por confiar y creer en nuestras capacidades y destrezas a lo largo de esta carrera.

A la Dra. Martha Lucía Posada por su confianza y asesoría que junto a los biólogos Giovanni Ulloa y Clara Sierra nos brindaron sus conocimientos.

A la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca y a su planta docente que nos han formado como profesionales integrales para poder ejercer y contribuir con la sociedad.

10



Perspectivas futuras

Manglar de la bahía de Cispatá, San Antero, Córdoba



Caño dago. Imagen tomada por: Martha Lucía Posada



Caño muerto. Imagen tomada por: Martha Lucía Posada



Caño salado. Imagen tomada por: Martha Lucía Posada



Caño navio. Imagen tomada por: Martha Lucía Posada



CVS San Antero. Imagen tomada por: Martha Lucía Posada

11



Referencias

1. Sánchez H, Ulloa G, Alvarez R. Conservación y uso sostenible de los manglares del caribe colombiano. Colombia: Ministerio del Medio Ambiente; 1998.
2. Andreote F, Jiménez D, Chaves D. et. al. The Microbiome of Brazilian Mangrove Sediments as Revealed by Metagenomics. PLoS ONE [Internet]. 2012 [consultado 2019 septiembre 25]; 7(6). Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0038600>
3. Ray R, Majumder N, Das S, Chowdhury C, Kumar T. Biogeochemical cycle of nitrogen in a tropical mangrove ecosystem, east coast of India. Marine Chemistry [Internet]. 2014 [consultado 2019 septiembre 05]; 167: 33-43. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304420314000802>
4. Jing H, Shunyan C, Zhou Z, Wu C, Nagarajan S, Hongbin L. Spatial Variations of the Methanogenic Communities in the Sediments of Tropical Mangroves. PLoS ONE [Internet]. 2016 [consultado 2019 agosto 25]; 11(9). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27684479>
5. Abril Flórez A.L, Alfonso Moyano L.D, Arango López D.R, Bermúdez Macías M.Y. Estudio metagenómico de la diversidad procariota del ecosistema de manglar de la bahía de Cispatá, San Antero, Córdoba, Colombia. Bogotá: UCMC; 2018.
6. Ghosh A, Bhadury P. Insights into bacterioplankton community structure from Sundarbans mangrove ecoregion using Sanger and Illumina MiSeq sequencing approaches: A comparative analysis. Genomic Data [Internet]. 2017 [consultado 2019 agosto 25]; 11: 39-42. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213596016301672>
7. Liu M, Huang H, Bao S, Tong Y. Microbial community structure of soils in Bamenwan mangrove wetland. Scientific Reports [Internet]. 2019 [consultado 2020 junio 29]; 9. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-019-44788-x>
8. Zhou Z, Meng H, Liu Y, Gu JD, Li M. Stratified Bacterial and Archaeal Community in Mangrove and Intertidal Wetland Mudflats Revealed by High Throughput 16S rRNA Gene Sequencing. Frontiers in Microbiology [Internet]. 2017 [consultado 2019 septiembre 05]; 8. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2017.02148/full>
9. Duarte C, Alonso S, Benito G, Dachs J, Montes C, Pardo M, Aida F. Cambio global: impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra. Consejo superior de investigaciones científicas. Madrid, España: Cyan, Proyectos y Producciones Editoriales, S.A; 2006.
10. Cerón Rincón L.A, Aristizábal Gutiérrez F.A. Dinámica del ciclo del nitrógeno y fósforo en suelos. IBUN [Internet]. 2012 [consultado 2020 abril 17]; 14(1): 285-295. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v14n1/v14n1a26.pdf>
11. Batista R. A, Rayo M, Talia P, Jackson S. A, O'Leary N. D, et al. From lignocellulosic metagenomes to lignocellulolytic genes: trends, challenges and future prospects. Biofuels, Bioproducts and Biorefining [Internet]. 2016 [consultado 2020 agosto 26]; 10(6): 864-882. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/bbb.1709>
12. Burgos S, Navarro A, Marrugo J, Enamorado G, Urango I. Polycyclic aromatic hydrocarbons and heavy metals in the Cispatá Bay, Colombia: A marine tropical ecosystem. Marine Pollution Bulletin [Internet]. 2017 [consultado 2019 septiembre 05]; 120: 379-386. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X17304034>
13. Mahjoubi M, Cappello S, Souissi Y, Jaouani A, Cherif A. Microbial Bioremediation of Petroleum Hydrocarbon– Contaminated Marine Environments. INTECH; 2018.
14. Nelson K. E, Weinel C, Paulsen I. T, Dodson R. J, Hilbert H, Martins dos Santos P, et al. Complete genome sequence and comparative analysis of the metabolically versatile *Pseudomonas putida* KT2440. Environmental Microbiology [Internet]. 2002 [consultado 2020 agosto 28]; 4(12): 799-808. Disponible en: <https://doi.org/10.1046/j.1462-2920.2002.00366.x>
15. Gadd G. M, Sariaslani S. Advances in Applied Microbiology. Volume 97. Países Bajos: Academic Press; 2016.



Manglar de la bahía de Cispatá, San Antero, Córdoba. Imagen tomada por: Martha Lucía Posada