



JEFATURA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN  
CONVOCATORIA SUR – NORTE 2022

ANÁLISIS DE LA FUNCIONALIDAD MICROBIANA DEL  
SUELO DE UN BOSQUE SECO Y DE INTENSA  
ACTIVIDAD AGRÍCOLA AL SUR DEL PAÍS: ESTUDIO  
BASE PARA EL DESARROLLO DE BIOINSUMOS  
AGRÍCOLAS

CÓDIGO: PICSN22-15

DIRECTOR DEL PROYECTO  
Marjorie Jazmin Salazar Orellana  
jazmin.salazar@ucacue.edu.ec

septiembre 2022

Versión del documento:

## CONTENIDO

|        |                                                                                                                         |    |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| A.     | INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....                                                                                  | 4  |
| 1.1.   | CÓDIGO DEL PROYECTO: .....                                                                                              | 4  |
| 1.2.   | TÍTULO: .....                                                                                                           | 4  |
| 1.3.   | TIPO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: .....                                                                                | 4  |
| 1.4.   | CARRERAS Y/O PROGRAMAS DE POSGRADOS INVOLUCRADOS EN EL PROYECTO: .....                                                  | 4  |
| 1.5.   | EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PERTENECE A UN PROGRAMA: .....                                                             | 4  |
| A.     | INFORMACIÓN DEL COORDINADOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....                                                         | 4  |
| 2.1.   | RESPONSABLE DEL PROYECTO .....                                                                                          | 4  |
| 2.2.   | CÉDULA .....                                                                                                            | 4  |
| 2.3.   | NOMBRES COMPLETOS .....                                                                                                 | 4  |
| 2.4.   | CORREO ELECTRÓNICO.....                                                                                                 | 4  |
| 2.5.   | TELÉFONO .....                                                                                                          | 4  |
| 2.6.   | INVESTIGADOR ACREDITADO POR LA SENESCYT .....                                                                           | 4  |
| 2.7.   | ANEXO ADJUNTO .....                                                                                                     | 4  |
| 2.8.   | MATRIZ, SEDE O EXTENSIÓN .....                                                                                          | 5  |
| 2.9.   | UNIDAD ACADÉMICA.....                                                                                                   | 5  |
| 2.10.  | ANEXO PRODUCCIÓN CIENTÍFICA .....                                                                                       | 5  |
| 2.11.  | PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DESARROLLADOS EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS .....                                                    | 5  |
| B.     | INFORMACIÓN DE LOS DOCENTES COLABORADORES DE LA UCACUE.....                                                             | 5  |
| 3.1.   | PERSONAL COLABORADOR DEL PROYECTO .....                                                                                 | 5  |
| 3.2.   | ANEXO PRODUCCIÓN CIENTÍFICA - COLABORADORES .....                                                                       | 5  |
| 3.3.   | PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DESARROLLADOS EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS .....                                                    | 6  |
| C.     | INFORMACIÓN DE LOS COLABORADORES EXTERNOS .....                                                                         | 6  |
| 4.1.   | PERSONAL DEL PROYECTO .....                                                                                             | 6  |
| 4.2.   | PUBLICACIONES CON ISSN EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS DE MÁS ALTO NIVEL Y CUARTIL DE LA REVISTA:.....                            | 6  |
| 4.3.   | LIBROS Y CAPÍTULOS DE LIBRO EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS.....                                                                  | 10 |
| 4.4.   | PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DESARROLLADAS EN LOS ÚLTIMOS CINCO AÑOS DE MAYOR RELEVANCIA: .....                           | 11 |
| D.     | INFORMACIÓN DE ESTUDIANTES COLABORADORES DEL PROYECTO.....                                                              | 11 |
| 5.1.   | PERSONAL DEL PROYECTO .....                                                                                             | 11 |
| E.     | CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....                                                                     | 12 |
| 6.1.   | LABORATORIO DEL CIIT (CENTRO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA) QUE SE ANCLA EL PROYECTO ..... | 12 |
| 6.2.   | LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL .....                                                                              | 12 |
| 6.2.1. | SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL .....                                                                          | 12 |
| 6.3.   | CAMPO DETALLADO DE INVESTIGACIÓN.....                                                                                   | 12 |
| 6.4.   | SUB DISCIPLINA .....                                                                                                    | 12 |

|        |                                                                                                                                         |    |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.5.   | DEFINA EL ALCANCE TERRITORIAL DEL PROYECTO .....                                                                                        | 12 |
| 6.6.   | OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS) QUE IMPULSA EL PROYECTO.....                                                                   | 12 |
| 6.7.   | TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO .....                                                                                                  | 12 |
| 6.8.   | MONTO TOTAL DEL FINANCIAMIENTO UCACUE.....                                                                                              | 13 |
| 6.9.   | MONTO TOTAL DEL FINANCIAMIENTO EXTERNO .....                                                                                            | 13 |
| 6.9.1. | CONTRAPARTE LEGALIZADO.....                                                                                                             | 13 |
| 6.10.  | ¿CUÁL ES LA FUENTE DE FINANCIAMIENTO? .....                                                                                             | 13 |
| 6.11.  | DETALLE LOS BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....                                                                                            | 13 |
| 6.12.  | DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES I+D DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN .....                                                                   | 13 |
| 6.13.  | PARÁMETRO DE CUMPLIMIENTO .....                                                                                                         | 13 |
| F.     | DESCRIPCIÓN EN EXTENSO DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN .....                                                                           | 14 |
| 7.1.   | RESUMEN DEL PROYECTO .....                                                                                                              | 14 |
| 7.2.   | PALABRAS CLAVE.....                                                                                                                     | 14 |
| 7.3.   | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....                                                                                                        | 14 |
| 7.4.   | MARCO TEÓRICO.....                                                                                                                      | 15 |
| 7.5.   | OBJETIVO GENERAL .....                                                                                                                  | 16 |
| 7.6.   | OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                                                                                             | 16 |
| 7.7.   | MARCO METODOLÓGICO.....                                                                                                                 | 17 |
| 7.8.   | REQUIERE ALGÚN AVAL ESPECIAL, PERMISO DEL COMITÉ DE BIOÉTICA, DEL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA, DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE U OTRO ..... | 19 |
| G.     | IMPACTO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....                                                                                              | 19 |
| 7.9.   | IMPACTO SOCIAL ESPERADO DEL PROYECTO.....                                                                                               | 19 |
| 7.10.  | IMPACTO CIENTÍFICO ESPERADO DEL PROYECTO.....                                                                                           | 19 |
| 7.11.  | IMPACTO ECONÓMICO ESPERADO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....                                                                          | 19 |
| 7.12.  | IMPACTO POLÍTICO DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN .....                                                                                 | 20 |
| 7.13.  | OTRO IMPACTO DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN.....                                                                                      | 20 |
| H.     | TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN .....                                                                      | 20 |
| 8.1.   | CONSIDERACIONES ÉTICAS DE LA PROPUESTA .....                                                                                            | 20 |
| 8.2.   | TRANSFERENCIA Y DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....                                                                                         | 20 |
| 8.3.   | RESULTADOS ESPERADOS DEL PROYECTO E IMPACTO.....                                                                                        | 20 |
| I.     | INFORMACIÓN DE CIERRE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....                                                                               | 20 |
| 9.1.   | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                                                                                        | 21 |
| 9.2.   | FIRMAS DE RESPONSABILIDAD.....                                                                                                          | 24 |
| J.     | ANEXOS .....                                                                                                                            | 25 |
| 10.1.  | PLANILLA DE ANEXOS DEL PROYECTO .....                                                                                                   | 25 |
| 10.2.  | DOCUMENTO DE CONTRAPARTE .....                                                                                                          | 25 |
| 10.3.  | DOCUMENTACIÓN ADICIONAL .....                                                                                                           | 25 |
| 10.4.  | CONTROL DE VERSIÓN DEL DOCUMENTO .....                                                                                                  | 25 |

## A. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

|                                                                       |                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1. CÓDIGO DEL PROYECTO:                                             | PICSN22-15                                                                                                                                                                   |
| 1.2. TÍTULO:                                                          | ANÁLISIS DE LA FUNCIONALIDAD MICROBIANA DEL SUELO DE UN BOSQUE SECO Y DE INTENSA ACTIVIDAD AGRÍCOLA AL SUR DEL PAÍS: ESTUDIO BASE PARA EL DESARROLLO DE BIOINSUMOS AGRÍCOLAS |
| 1.3. TIPO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:                               | INVESTIGACION E INNOVACION                                                                                                                                                   |
| 1.4. CARRERAS Y/O PROGRAMAS DE POSGRADOS INVOLUCRADOS EN EL PROYECTO: | AGRONOMÍA,                                                                                                                                                                   |
| 1.5. EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PERTENECE A UN PROGRAMA:            | No                                                                                                                                                                           |

## A. INFORMACIÓN DEL COORDINADOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

|                               |                                              |                                      |
|-------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| 2.1. RESPONSABLE DEL PROYECTO |                                              |                                      |
| Función en el proyecto        | DIRECTOR DEL PROYECTO                        |                                      |
| 2.2. CÉDULA                   | 2.3. NOMBRES COMPLETOS                       | 2.4. CORREO ELECTRÓNICO              |
| 703228841                     | Marjorie Jazmin Salazar Orellana             | jazmin.salazar@ucacue.edu.ec         |
| 2.5. TELÉFONO                 | 2.6. INVESTIGADOR ACREDITADO POR LA SENESCYT | 2.7. ANEXO ADJUNTO                   |
| 992759483                     | SI                                           | Ver Anexo Currículo del Investigador |

## 2.8. MATRIZ, SEDE O EXTENSIÓN

## 2.9. UNIDAD ACADÉMICA

MATRIZ CUENCA

CIENCIAS AGROPECUARIAS

## 2.10. ANEXO PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

Ver Anexo de Producción científica del investigador

## 2.11. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DESARROLLADOS EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS

Nombres; Nombre del proyecto; Institución; Monto financiado; fecha de inicio; fecha de culminación; Estado

Identificación de procesos biogeoquímicos e hidrológicos en humedales mediante técnicas de isótopos estables: comparando ecosistemas de páramo y amazónicos en el sur de Ecuador para mitigación de gases de efecto invernadero; Convocatoria CEPRA XII- RED CEDIA; \$73.951,70; 15/08/2019; 15/02/2021; Culminado.

Hipótesis del refugio hiporreico: Descripción de nichos ecológicos en macroinvertebrados acuáticos con isótopos estables; Universidad Católica de Cuenca- Universidad de Bayreuth; \$20.000; 27/09/2021; En Ejecución.

Carbon fluxes within the asociation plant – mycorrhizal fungi in Maize crops using stable isotope approaches: Predictions in Climate changes scenarios; Universidad Católica de Cuenca – Universidad de Bayreuth; \$51.500; 27/09/2021; En Ejecución.

## B. INFORMACIÓN DE LOS DOCENTES COLABORADORES DE LA UCACUE

## 3.1. PERSONAL COLABORADOR DEL PROYECTO

Función en el  
proyecto

COLABORADORES UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA  
(UCACUE)

Cédula; Nombres completos; Carrera; Unidad Académica; Sede o Extensión; Docente

0301116075; Juan Carlos González Rojas; Agronomía; Ciencias Agropecuarias; Matriz; Docente

## 3.2. ANEXO PRODUCCIÓN CIENTÍFICA - COLABORADORES

Ver Anexo de Producción científica de los investigadores

### 3.3. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DESARROLLADOS EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS

Nombres Autor; Nombre del proyecto; Institución; Monto financiado; fecha de inicio; fecha de culminación; Estado

N/A

## C. INFORMACIÓN DE LOS COLABORADORES EXTERNOS

### 4.1. PERSONAL DEL PROYECTO

Función en el proyecto

COLABORADORES EXTERNOS

Identificación; Nombres completos; Institución; Tipo; Institución

-> Tipo: Investigador | Docente | Administrativo | Estudiante | Otro

0301746707; Silvia Parra-Suarez; Investigador; Universidad de Bayreuth

XC5THD26, Prof. Dr. Tillmann Lüders; Investigador; Universidad de Bayreuth

### 4.2. PUBLICACIONES CON ISSN EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS DE MÁS ALTO NIVEL Y CUARTIL DE LA REVISTA:

Nombres completos; Título del artículo; revista; ISSN; volumen; número; año; DOI; cuartil

Origin and fate of nitrate runoff in an agricultural catchment (Haean, South Korea) – Comparison of two extremely different monsoon seasons. Science of the Total Environment (2018). Authors: Silvia Parra Suárez, Stefan Peiffer, Gerhard Gebauer (<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.115>).

The fate of monsoonal atmospheric nitrate deposition in two forest catchments in Soyang lake watershed, South Korea – A mass balance and stable isotope approach. Biogeochemistry. Biogeochemistry (2018). Authors: Silvia Parra Suárez, Gerhard Gebauer. (<https://doi.org/10.1007/s10533-018-0522-2>).

Relationship between nitrogen isotope ratios of NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and N<sub>2</sub>O in vertical porewater profiles through a polluted rain-fed peat bog (Ore Mts., Central Europe). Soil Biology and Biogeochemistry Journal (2019). Authors: Novak, M., Parra- Suarez, S., Gebauer, G., Thoma, M., Buzek, F., Cejkova, B., Jackova, I., Stepanova, M., Prechova, E., Curik, J., Veselovsky, F., Valkova, I., Blaha, V., Fottova, D., Komarek. A (<https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.04.022>).

The export of dissolved and particulate organic carbon and nitrogen in two forested watersheds during heavy precipitation events in South Bavaria (2021). Geoderma. Authors: Mi-Hee Lee, Silvia Parra-Suarez (doi:10.1016/j.geoderma.2021.07.027)

Elimination and cycling of bioavailable nitrogen in small headwater rivers in east Bavaria: How denitrification processes play an important role in Wetland land use? (2021) Water resources research, Authors: S. Frei, S. Durejka H. Le Lay. Z.Thomas, S. Parra-Suarez and B.S. Gilfedder<sup>1</sup>, (doi:10.1029/2019WR025540)

Sachs, C., Kanaparthi, D., Kublik, S., Szalay, A., Schlöter, M., Damgaard, L., Schramm, A., Lüders, T.: Tracing long-distance electron transfer and cable bacteria in freshwater sediments by agar pillar gradient columns. FEMS Microbiology Ecology, 98(5) (2022).  
doi:10.1093/femsec/fiac042

Wang, Z., Jimenez-Fernandez, O., Osenbrück, K., Schwientek, M., Schlöter, M., Fleckenstein, J., Lüders, T.: Streambed microbial communities in the transition zone between groundwater and a first-order stream as impacted by bidirectional water exchange. Water Research, 217, No. 118334 (2022).  
doi:10.1016/j.watres.2022.118334

Gervers, K., Thomas, D., Roy, B., Spatafora, J., Busby, P.: Crown closure affects endophytic leaf mycobiome compositional dynamics over time in *Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii*. Fungal Ecology, 57-58, No. 101155 (2022).  
doi:10.1016/j.funeco.2022.101155

Jakus, N., Blackwell, N., Osenbrück, K., Straub, D., Byrne, J., Wang, Z., Glöckler, D., Elsner, M., Lüders, T., Grathwohl, P., Kleindienst, S., Kappler, A.: Nitrate removal by a novel lithoautotrophic nitrate-reducing iron(II)-oxidizing culture enriched from a pyrite-rich limestone aquifer. Applied and Environmental Microbiology, 87(16) (2021).  
doi:10.1128/AEM.00460-21

Fenner, K., Elsner, M., Lüders, T., McLachlan, M., Wackett, L., Zimmermann, M., Drewes, J.: Methodological Advances to Study Contaminant Biotransformation : New Prospects for Understanding and Reducing Environmental Persistence?. ACS ES&T Water, 1(7), 1541-1554 (2021).  
doi:10.1021/acsestwater.1c00025

Zeibich, L., Guhl, J., Drake, H.: Impact of water content and dietary organic carbon richness on gut bacteria in the earthworm *Lumbricus terrestris*. FEMS Microbes, 1(1), No. xtaa002 (2020).  
doi:10.1093/femsmc/xtaa002

Táncsics, A., Farkas, M., Horváth, B., Maróti, G., Bradford, L., Lüders, T., Kriszt, B.: Genome analysis provides insights into microaerobic toluene-degradation pathway of *Zoogloea oleivorans* Buc<sup>T</sup>. Archives of Microbiology, 202, 421-426 (2020).  
doi:10.1007/s00203-019-01743-8

Zhu, B., Friedrich, S., Wang, Z., Tánácsics, A., Lüders, T.: Availability of Nitrite and Nitrate as Electron Acceptors Modulates Anaerobic Toluene-Degrading Communities in Aquifer Sediments. *Frontiers in Microbiology*, 11, No. 1867 (2020).

doi:10.3389/fmicb.2020.01867

Sheffer, M., Uhl, G., Prost, S., Lüders, T., Ulrich, T., Bengtsson, M.: Tissue- and Population-Level Microbiome Analysis of the Wasp Spider *Argiope bruennichi* Identified a Novel Dominant Bacterial Symbiont. *Microorganisms*, 8(1), No. 8 (2020).

doi:10.3390/microorganisms8010008

Heuer, V., Inagaki, F., Morono, Y., Kubo, Y., Spivack, A., Viehweger, B., Treude, T., Beulig, F., Schubotz, F., Tonai, S., Bowden, S., Cramm, M., Henkel, S., Hirose, T., Homola, K., Hoshino, T., Ijiri, A., Imachi, H., Kamiya, N., Kaneko, M., Lagostina, L., Manners, H., McClelland, H., Metcalfe, K., Okutsu, N., Pan, D., Raudsepp, M., Sauvage, J., Tsang, M., Wang, D., Whitaker, E., Yamamoto, Y., Yang, K., Maeda, L., Adhikari, R., Glombitza, C., Hamada, Y., Kallmeyer, J., Wendt, J., Wörmer, L., Yamada, Y., Kinoshita, M., Hinrichs, K.: Temperature limits to deep seafloor life in the Nankai Trough subduction zone. *Science*, 370(6521), 1230-1234 (2020).

doi:10.1126/science.abd7934

Michas, A., Harir, M., Lucio, M., Vestergaard, G., Himmelberg, A., Schmitt-Kopplin, P., Lüders, T., Hatzinikolaou, D., Schöler, A., Rabus, R., Schlöter, M.: Sulfate Alters the Competition Among Microbiome Members of Sediments Chronically Exposed to Asphalt. *Frontiers in Microbiology*, 11, No. 556793 (2020).

doi:10.3389/fmicb.2020.556793

Ramsperger, A., Stellwag, A., Caspari, A., Fery, A., Lüders, T., Kress, H., Löder, M., Laforsch, C.: Structural Diversity in Early-Stage Biofilm Formation on Microplastics Depends on Environmental Medium and Polymer Properties. *Water*, 12(11), 3216 (2020).

doi:10.3390/w12113216

Zhu, B., Wang, Z., Kanaparthi, D., Kublik, S., Ge, T., Casper, P., Schlöter, M., Lüders, T.: Long-Read Amplicon Sequencing of Nitric Oxide Dismutase (nod) Genes Reveal Diverse Oxygenic Denitrifiers in Agricultural Soils and Lake Sediments. *Microbial Ecology*, 80(1), 243-247 (2020).

doi:10.15495/EPub\_UBT\_00005109

Zhu, B., Wang, J., Bradford, L., Ettwig, K., Hu, B., Lüders, T.: Nitric Oxide Dismutase (nod) Genes as a Functional Marker for the Diversity and Phylogeny of Methane-Driven Oxygenic Denitrifiers. *Frontiers in Microbiology*, 10, No. 1577 (2019).

doi:10.3389/fmicb.2019.01577

Pilloni, G., Bayer, A., Ruth-Anneser, B., Fillinger, L., Engel, M., Griebler, C., Lüders, T.: Dynamics of Hydrology and Anaerobic Hydrocarbon Degradation Communities in A Tar-Oil Contaminated Aquifer. *Microorganisms*, 7(2), No. 46 (2019).

doi:10.3390/microorganisms7020046

Hünninghaus, M., Dibbern, D., Kramer, S., Koller, R., Pausch, J., Schlöter-Hai, B., Urich, T., Kandeler, E., Bonkowski, M., Lüders, T.: Disentangling carbon flow across microbial kingdoms in the rhizosphere of maize. *Soil Biology & Biochemistry*, 134, 122-130 (2019).

doi:10.1016/j.soilbio.2019.03.007

Kölbl, A., Bucka, F., Marschner, P., Mosley, L., Fitzpatrick, R., Schulz, S., Lüders, T., Kögel-Knabner, I.: Consumption and alteration of different organic matter sources during remediation of a sandy sulfuric soil. *Geoderma*, 347, 220-232 (2019).

doi:10.1016/j.geoderma.2019.04.006

Lüders, T.: Untersuchung prozessrelevanter mikrobieller Populationen mittels RNA-SIP. *BIOspektrum*, 24(3), 264-266 (2018).

doi:10.1007/s12268-018-0917-6

Bradford, L., Vestergaard, G., Táncsics, A., Zhu, B., Schlöter, M., Lüders, T.: Transcriptome-Stable Isotope Probing Provides Targeted Functional and Taxonomic Insights Into Microaerobic Pollutant-Degrading Aquifer Microbiota. *Frontiers in Microbiology*, 9, No. 2696 (2018).

doi:10.3389/fmicb.2018.02696

Táncsics, A., Szalay, A., Farkas, M., Benedek, T., Szoboszlay, S., Szabó, I., Lüders, T.: Stable isotope probing of hypoxic toluene degradation at the Siklós aquifer reveals prominent role of Rhodocyclaceae. *FEMS Microbiology Ecology*, 94(6), No. fty088 (2018).

doi:10.1093/femsec/fty088

Zhang, L., Lehmann, K., Totsche, K., Lüders, T.: Selective successional transport of bacterial populations from rooted agricultural topsoil to deeper layers upon extreme precipitation events. *Soil Biology & Biochemistry*, 124, 168-178 (2018).

doi:10.1016/j.soilbio.2018.06.012

Karwautz, C., Kus, G., Stöckl, M., Neu, T., Lüders, T.: Microbial megacities fueled by methane oxidation in a mineral spring cave. *The ISME Journal*, 12, 87-100 (2018).

doi:10.1038/ismej.2017.146

Stott, M., Lüders, T.: Editorial : Deep life, kia ora!. *FEMS Microbiology Ecology*, 94(11), No. fty176 (2018).

doi:10.1093/femsec/fty176

Zhu, B., Bradford, L., Huang, S., Szalay, A., Leix, C., Weissbach, M., Táncsics, A., Drewes, J., Lüders, T.: Unexpected Diversity and High Abundance of Putative Nitric Oxide Dismutase (Nod) Genes in Contaminated Aquifers and Wastewater Treatment Systems. *Applied and Environmental Microbiology*, 83(4) (2017).

doi:10.1128/aem.02750-16

Herzyk, A., Fillinger, L., Larentis, M., Qiu, S., Maloszewski, P., Hünninger, M., Schmidt, S., Stumpp, C., Marozava, S., Knappett, P., Elsner, M., Meckenstock, R., Lüders, T., Griebler, C.: Response and recovery of a pristine groundwater ecosystem impacted by toluene contamination : A meso-scale indoor aquifer experiment. *Journal of Contaminant Hydrology*, 207, 17-30 (2017).

doi:10.1016/j.jconhyd.2017.10.004

Zhang, L., Lüders, T.: Micropredator niche differentiation between bulk soil and rhizosphere of an agricultural soil depends on bacterial prey. *FEMS Microbiology Ecology*, 93(9), No. fix103 (2017).

doi:10.1093/femsec/fix103

Cardinale, M., Kaiser, D., Lüders, T., Schnell, S., Egert, M.: Microbiome analysis and confocal microscopy of used kitchen sponges reveal massive colonization by *Acinetobacter*, *Moraxella* and *Chryseobacterium* species. *Scientific Reports*, 7(1), No. 5791 (2017).

doi:10.1038/s41598-017-06055-9

Lüders, T.: The ecology of anaerobic degraders of BTEX hydrocarbons in aquifers. *FEMS Microbiology Ecology*, 93(1), No. fiw220 (2017).

doi:10.1093/femsec/fiw220

Uksa, M., Buegger, F., Gschwendtner, S., Lüders, T., Kublik, S., Kautz, T., Athmann, M., Köpke, U., Munch, J., Schlöter, M., Fischer, D.: Bacteria utilizing plant-derived carbon in the rhizosphere of *Triticum aestivum* change in different depths of an arable soil. *Environmental Microbiology Reports*, 9(6), 729-741 (2017).

doi:10.1111/1758-2229.12588

#### 4.3. LIBROS Y CAPÍTULOS DE LIBRO EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS.

Nombres completos; Título del libro o capítulo de libro; editorial; ISBN; número; año; revisión de pares (SI-NO)

#### 4.4. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DESARROLLADAS EN LOS ÚLTIMOS CINCO AÑOS DE MAYOR RELEVANCIA:

Nombres completos; Nombre del proyecto; Institución; Monto financiado; fecha de inicio; fecha de culminación.

- Silvia Parra-Suarez; Isotope constraints on microbial N<sub>2</sub>- fixation in ombrotrophic peat bogs; Universidad de Bayreuth- CZECH Geological Survey; 30.000 euros; March 2017-March 2018.
- Silvia Parra-Suarez, Jazmín Salazar, Gustavo Chacón, Andreas Kolb; Identificación de procesos biogeoquímicos e hidrológicos en humedales mediante técnicas de isótopos estables: comparando ecosistemas de páramo y amazónicos en el sur de Ecuador para mitigación de gases de efecto invernadero; Universidad Estatal Amazonica; Convocatoria CEPRA XII- RED CEDIA; \$73.951,70; 15/08/2019; 15/02/2021; Culminado.
- David Piatka, Luisa Meiritz, Silvia Parra-Suarez, Johannes Barth; Aquaklif, Stable Isotopes, Indicators of altered flow conditions and biological turnover in hyporheic zones 75,000 euros; February 2021-March 2022.
- Robin Kaule, Silvia Parra Suárez, Stefan Peiffer, Ben Giffedder; Aquaklif, University of Bayreuth, Technische Universität München, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg Influence of multiple stressors on N, C and Fe turnover in the hyporheic zone; Bavarian Climate Research Network (bayklif) 150,000 euros; February 2021- ongoing
- Microbial turnover of pollutants in ground- and surface waters
- Microbial hydrocarbon degradation
- Microbial activities and interactions in the rhizosphere
- Rhizosphere microbiome trait plasticity-Rhizotraits; Technical University of Munich (Chair of Soil Science), Karlsruhe Institute of Technology (Institute of Meteorology and Climate Research), Bavarian State Research Center for Agriculture (Institute of Organic Farming, Soil and Resource Management); Duration: 01 | 04 | 2020 – 31 | 01 | 2024
- Microplastic pollution in the Rhizosphere; Universität Bayreuth, Technische Universität Zurich; Duration 01/03/2020-31-09-2023
- Microbial biofilms in caves and mines

#### D. INFORMACIÓN DE ESTUDIANTES COLABORADORES DEL PROYECTO

##### 5.1. PERSONAL DEL PROYECTO

| Función en el proyecto                                                                                                                                   | ESTUDIANTES COLABORADORES EN EL PROYECTO |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Nombres Completos; Cédula; Carrera; Unidad Académica; Sede o extensión; Práctica Pre profesional, Vinculación con la Sociedad o Investigación Formativa. |                                          |
| 0105846596; Christian Andrés Galarza Riera; Agronomía; Ciencias Agropecuarias; Cuenca; Investigación Formativa                                           |                                          |

0705766814; Nayeli Thalia Matamoras Feijoo; Agronomía; Ciencias Agropecuarias; Cuenca; Investigación Formativa

## E. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

6.1. LABORATORIO DEL CIIT (CENTRO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA) QUE SE ANCLA EL PROYECTO

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA - CIIT, LABORATORIO DE PRINCIPIOS ACTIVOS Y SEGURIDAD ALIMENTARIA - CIIT,

6.2. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL

Para información sobre las líneas de investigación dirigirse al enlace [Líneas y Ámbitos de Investigación Institucionales](#),

Producción Sostenible

6.2.1. SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL

Biotecnología microbiana, vegetal y animal,

6.3. CAMPO DETALLADO DE INVESTIGACIÓN

1-18A | Producción agrícola y ganadera

CAMPO, DISCIPLINA Y SUBDISCIPLINA UNESCO

Código del campo y de la disciplina según UNESCO en el enlace [SKOS](#)

6.4. SUB DISCIPLINA

24

6.5. DEFINA EL ALCANCE TERRITORIAL DEL PROYECTO

NACIONAL

6.6. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS) QUE IMPULSA EL PROYECTO

12. Producción y consumo responsable,

6.7. TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

36 meses

FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

|                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6.8. MONTO TOTAL DEL FINANCIAMIENTO UCACUE                            | \$ 139.800,00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 6.9. MONTO TOTAL DEL FINANCIAMIENTO EXTERNO                           | \$ 50.000,00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 6.9.1. CONTRAPARTE LEGALIZADO                                         | Anexo Documento firmado de la contraparte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 6.10. ¿CUÁL ES LA FUENTE DE FINANCIAMIENTO?                           | FONDOS CONCURSABLES INTERNO IES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 6.11. DETALLE LOS BENEFICIARIOS DEL PROYECTO                          | <p>Los beneficiarios del presente proyecto serán los productores de maíz de la zona de Pindal y la Comunidad Universitaria, pues los resultados de esta investigación ayudarán a comprender el rol fundamental de las relaciones entre la diversidad microbiana del suelo y como estas intervienen en la recuperación de suelos degradados y esto a su vez se verá reflejado en la producción agrícola. Lo que permitirá establecer posiblemente nuevas prácticas agrícolas y en el mejor de los casos será una herramienta para la formulación de políticas en el manejo de suelos</p>                                     |
| 6.12. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES I+D DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caracterización de la microbiota del suelo mediante técnicas moleculares que nos permitirá determinar su estructura y composición.</li> <li>- Enriquecimiento del ADN mediante isótopos estables para determinar la funcionalidad específica de los microorganismos, especialmente hongos micorrízicos y el rol en la disponibilidad de nutrientes.</li> <li>- Elaboración de un bioinsumo basado en los microorganismos aislados como una alternativa para mejorar las condiciones del suelo y la disponibilidad de nutrientes para las plantas de un cultivo de maíz.</li> </ul> |
| 6.13. PARÁMETRO DE CUMPLIMIENTO                                       | GASTO INTERNO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

## F. DESCRIPCIÓN EN EXTENSO DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

---

### 7.1. RESUMEN DEL PROYECTO

El componente biológico del suelo ha sido el menos estudiado, pese al importante rol de los microorganismos en la funcionalidad de los ecosistemas terrestres, tanto en el establecimiento de los ciclos biogeoquímicos, estructura del suelo y su fertilidad. Este proyecto de investigación nace debido a la carencia de información sobre los microorganismos y el papel de las bacterias, hongos y relaciones micorrízicas en la producción agrícola, buscando unir esfuerzos para combatir la degradación y garantizar la seguridad alimentaria. Planteándonos como objetivo el dilucidar la funcionalidad microbiana en suelos no intervenidos del bosque seco y frente a uno de intensa actividad agrícola, dentro del mismo entorno, en el marco de su conservación y restauración en la zona sur del país. Partiendo desde el aislamiento e identificación de la comunidad microbiana cultivable y no cultivable mediante el empleo de técnicas moleculares de muestras de suelo de un cultivo de maíz y bosque seco. Además de la aplicación de isótopos estables para enriquecer el ADN, técnicas que nos permitirán revelar cada uno de los microorganismos y la funcionalidad de la comunidad microbiana en el cultivo de maíz; y compararla con un suelo no intervenido como el del bosque seco, rescatando los microorganismos cultivables y determinar su posible rol y viabilizarlo mediante la generación de bioinsumos que puedan ser inoculados. Los resultados esperados posiblemente permitirán generar prácticas agrícolas sustentables y sostenibles y restaurar suelos degradados.

### 7.2. PALABRAS CLAVE

Microbioma, maíz, bosque seco, ecología microbiana, isótopos estables, bioinsumo

### 7.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La funcionalidad de las zonas secas y la mitigación de los impactos causados por actividades antropogénicas como la agricultura extensiva, sumada a los eventos climáticos naturales extremos y los derivados del calentamiento global son prioridad para la década de 2021-2030 denominada por las Naciones Unidas como la década de la restauración por lo que se requiere a nivel mundial comprender la dinámica de los ecosistemas terrestres, incluyendo el monitoreo, la conservación y restauración de los suelos [1].

Actualmente, existen un sinnúmero de barreras que deben superarse para la implementación de nuevas prácticas de manejo de cultivos que promuevan suelos y ecosistemas productivos, funcionales, sustentables y sostenibles. Estas barreras incluyen la falencia de información que permita comprender las interacciones y la funcionalidad de la microbiota del suelo y su rol fundamentan en la disponibilidad de nutrientes para las plantas, especialmente su intervención en el ciclo del carbono y nitrógeno [2].

Estudios recientes evidencian que las especies microbianas del suelo están íntimamente ligadas con la fertilidad del suelo, incluso el uso de estos como bioindicadores para identificar procesos de degradación en suelos de zonas secas [3-4]. Resultando prometedor el uso de la microbiota del suelo en la lucha contra la degradación de suelos y desertificación.

En este contexto, el presente estudio busca comprender la funcionalidad específica de los microorganismos del suelo mediante genómica funcional, la identificación de la mayoría de estos y obtener el mejor provecho al ser utilizados para la elaboración de bioinsumos. Un mayor conocimiento del rol de la biodiversidad del suelo tanto de un cultivo de maíz como del bosque seco, sus interacciones y conexión con procesos

biogeoquímicos permitirá entender la sensibilidad de estos procesos a la degradación y cambio climático; y diseñar estrategias para revertir sus efectos.

#### 7.4. MARCO TEÓRICO

Las condiciones ambientales y la presión provocada por las actividades antrópicas sobre la cobertura y diversidad de la vegetación han contribuido a una disminución importante del potencial productivo de los suelos y de su capacidad de mantener la funcionalidad de los ecosistemas terrestres [5], debido a las prácticas agrícolas convencionales que responden a monocultivos intensivos donde se suplen las necesidades de las plantas con la adición de fertilizantes sintéticos, provocando una alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

La degradación del suelo y, en particular, la pérdida o alteración de la biodiversidad y de la fracción orgánica de este, son algunos de los problemas ambientales de mayor gravedad de este siglo que, junto con los efectos del cambio climático, plantean varios riesgos para la sostenibilidad de los ecosistemas terrestres y la seguridad alimentaria mundial [6].

Es conocido el rol de los microorganismos del suelo, es así que el avance en las tecnologías genómicas está permitiendo entender mejor el papel de estos organismos [7]. Estudios recientes evidencian que la composición de la comunidad de bacterias y hongos difieren entre los cultivos manejados orgánicamente y los convencionales [8], prácticas agrícolas como la labranza causan cambios significativos en la abundancia relativa de los microorganismos en el suelo [9] [10].

La funcionalidad de los microorganismos también se ve asociada a la composición de la microbiota del suelo y como esta se altera según el tipo de fertilización aplicada, en el caso de una fertilización convencional se asocia a una alteración del pH del suelo, acumulación de Ag, Mn, As, Fe, Co, Cd y Ni y un enriquecimiento de oxidantes de amoníaco y degradadores de compuestos orgánicos como los géneros *Bacillus*, *Pseudomonas*. Por otra parte, los suelos que reciben fertilización orgánica se enriquecieron con géneros bioestimulantes para el cultivo, desnitrificantes como *Azoarcus* y supresoras de enfermedades como *Myxococcales*. [11].

Otros estudios de la comunidad microbiana del suelo encontraron que las respuestas de abundancia de hongos en el suelo a niveles elevados de CO<sub>2</sub> variaban según el taxón y el ecosistema [12]. Por otra parte, el aumento de las temperaturas afecta fisiológicamente a la biota del suelo, ya que algunos taxones tienen un rango de temperatura para un funcionamiento óptimo y otros pueden tolerar un rango más amplio.

Del mismo modo la funcionalidad de la comunidad microbiana juega un papel fundamental en la transformación de los nutrientes del suelo y está relacionada con las estrategias de adquisición de nutrientes por parte de las plantas. La asociación planta-micorriza, por ejemplo, es un rasgo funcional clave que conducen a distintas dinámicas de carbono (C) y nutrientes en los suelos [13]. Poco se conoce a cerca de como la relación funcional entre hongos y bacterias modifica la dinámica de adquisición de nutrientes por parte de las plantas o de como la comunidad microbiana (hongos y/o bacterias) logra estabilizar el carbono en el suelo, ó sobre cuales son efectos que tienen las fuentes de carbono en la estructura y funcionalidad de las comunidades del suelo. Si dichas relaciones funcionales están presentes en los ecosistemas agrarios es importantes saber cómo los factores bióticos y abióticos influyen dichas dinámicas [14-15-16].

Es ampliamente conocido el rol de los hongos micorrícicos en la contribución de nutrientes, en especial nitrógeno y fósforo, dentro de su relación simbiótica con las plantas; de todas tenemos un conocimiento limitado en como la variación en la distribución de bacterias puede afectar la capacidad de las micorrizas de lograr una

fuelle estable de nutrientes disponibles para las plantas; entendiendo que dicha relación, superficialmente conocida, pueda tener implicaciones más profundas en cuanto a la definición de los roles específicos de cada grupo y de su impacto en los ciclos biogeoquímicos del suelo [17-18-19].

En maíz, se ha demostrado una respuesta positiva a la colonización por hongos micorrízicos, ya sea incubando sustrato en invernaderos o en experimentos de campo, existiendo una relación directa entre el cultivar y el consorcio de hongos y a su vez como las comunidades nativas de hongos contribuyen en el desarrollo del maíz bajo diferentes niveles de disponibilidad de fósforo, con diversas composiciones de fertilización mineral y orgánica.

A la par, microorganismos usados como inoculantes de la semilla de maíz, determinan un mayor rendimiento y contenido de nitrógeno en grano y una menor dependencia de fertilización nitrogenada.

Experiencias en regiones semiáridas, buscando la recuperación de tierras degradadas por agricultura intensiva, han tenido éxito gracias a la incorporación de fósforo de liberación controlada y de microorganismos solubilizadores de éste, estimulando la fertilidad biológica.

Recientes estudios muestran que las micorizas arbusculares, por ejemplo, se asocian con bacterias durante diferentes etapas de su ciclo de vida para establecer una asociación tripartita que consisten de hongos, plantas y bacterias. La asociación física entre esta trinidad brinda posibilidades para el intercambio de materiales genéticos. Esto quiere decir que los genes se han adquirido y son funcionales para uno o varios grupos microbianos y que son parte de diversos y fundamentales procesos en el ecosistema. Identificar genes iguales, que realicen funciones comunes entre diferentes organismos del ecosistema suelo es fundamental para dilucidar la funcionalidad específica de cada grupo [20-21]

En las plantas, su estado de salud, depende en gran medida de su microbioma, considerando a los microorganismos que viven encima y dentro de los tejidos vegetales, siendo los últimos de reciente estudio, buscando aplicar el funcionamiento del microbioma para maximizar la salud y producción vegetal [22] con el fin de enfrentarse al panorama de una agricultura dependiente de fertilizantes de síntesis química y de nuevos patógenos vegetales, desde una visión de afección mínima al ecosistema en base a microorganismos propios del entorno; es así que en la actualidad los bioestimulantes fundamentados en microorganismos aislados o en consorcio, ganan importancia, dada su naturaleza ecológica[23].

Los bioestimulantes son una amplia gama de productos que incluyen formulaciones de inoculantes microbianos [24] que alteran la estructura biológica del suelo y estimulan la fisiología de la planta, y una resistencia sistémica ante las enfermedades y mejoran la capacidad de absorción de nutrientes, su tolerancia al estrés y productividad [24- 25].

Se demuestra que un compost bioactivo, en base a los residuos de biomasa del mismo cultivo y bioinoculado luego de la estabilización térmica, supera en rendimiento a la fertilización orgánica-convencional y a la química, presentándose como una alternativa viable de agricultura ecológica; consorcios microbianos aplicados en pimiento picante, dieron lugar a frutos más grandes y mayor peso [26]; a su vez una composición de microorganismos radiculares y ácidos orgánicos tienen acción positiva en el cultivo de aguacate [27], bioinoculantes comerciales, resultan efectivos en el cultivo de rábano [28], y efectos similares se consiguen con bioestimulantes en el cultivo de soya [29] y tomate [30], resultados que han llevado a un incremento del uso de microorganismos en los últimos años.

- Dilucidar la funcionalidad microbiana en suelos no intervenidos del bosque seco y de intensa actividad agrícola en el marco de su conservación y restauración mediante técnicas moleculares y de isótopos estables.

#### 7.6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Caracterizar la composición, funcionalidad y los efectos de la cobertura vegetal, cambio del uso del suelo y prácticas agrícola sobre la diversidad de la microbiota del suelo.

2. Identificar grupos funcionales específicos de microorganismos del suelo que respondan a fuentes específicas de carbono y nitrógeno, mediante la técnica del ADN-SIP, lo que nos permite identificar los roles metabólicos y de contribución a la relación tripartita planta-hongo-bacteria en el ecosistema suelo.

3. Evaluar la acción de consorcios microbianos como inoculantes en el cultivo de maíz en condiciones controladas bajo invernadero y en campo.

#### 7.7. MARCO METODOLÓGICO

Sitio de estudio: El estudio se realizará en el cantón Pindal de la Provincia de Loja, ubicado al sur del Ecuador, con un clima tropical húmedo en la parte norte y cálido seco en el sur y oeste, sus cultivos están basados en maíz, banano, café, arroz, naranja, caña, piña y yuca. La superficie cantonal destinada a las actividades agropecuarias representa 13.441,25 hectáreas de cobertura del área cultivada, de las cuales el maíz representa 2.566 UPAS con un 76%; %, 10.215,35 hectáreas del total consideradas de cultivo según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2019-2023, y que en base a la cobertura y especialización en el cultivo de maíz, el cantón sea conocido como la “Capital Maicera del País”.

La región cuenta con un ecosistema de bosque seco, su importancia radica en sus marcadas temporadas de lluvias. La principal característica de este ecosistema es la caducifolia en más del 75% de las especies. Aunque la mayoría de las especies son caducifolias, este ecosistema no tiene un período de caducidad real, debido a que algunas especies florecen dentro de la estación seca [31]. El bosque seco Tumbesino está localizado entre los 0 y 1500 msnm por lo que se incluyen dentro de la clasificación de tierras bajas junto con los ecosistemas ubicados en el piedemonte bajo occidental de la cordillera de los Andes. La mayoría se encuentran en terrenos escarpados con suelos arcillosos y ocasionalmente suelos pedregosos y arenosos. El bosque seco, en estas áreas particulares, se desarrolla en condiciones climáticas extremas con precipitaciones que oscilan entre 300 - 600 mm al año dentro de un período lluvioso de 3 - 4 meses. La temporada de lluvias es entre febrero y abril y su temperatura media anual es de 24,9°C. La evapotranspiración potencial en esta zona es de 1783 mm al año [32]. La estación seca es más larga con un período entre 8-9 meses.

Colecta de muestras: Se seleccionarán 2 parcelas de 10 x 10 m en los límites altitudinales de la zona de cultivo de maíz ubicadas en el cantón Pindal de la Provincia de Loja, serán georreferenciadas, en éstas se colectarán 10 submuestras al azar de 1 kg y se formará una muestra compuesta que será utilizada para el análisis de la microbiota total del suelo y el análisis físico-químico. Además, se establecerán 2 parcelas de 10 x 10 m en el Bosque Seco, ecosistema representativo del sur del país, y se procederá con el muestreo descrito.

#### Pruebas físico-químicas del suelo

Se pesará 1 kg de la muestra compuesta para realizar análisis físico-químicos que incluye pH, densidad aparente, contenido de MO, textura, salinidad, conductividad eléctrica, humedad. Además, del contenido de carbono orgánico tanto del suelo del cultivo de maíz, como del Bosque Seco.

#### Caracterización de las comunidades microbianas por secuenciación masiva en paralelo

Con el fin de conocer la composición y la estructura de las comunidades microbianas que colonizan el suelo de un cultivo de maíz de subsistencia e intensivo y su comparación con muestras de un suelo sin cultivar; se empleará una estrategia de secuenciación masiva en paralelo. Para ello se extraerá el ADN metagenómico total a partir de una muestra compuesta de cada uno de los suelos muestreados, empleando para ello un kit de extracción PowerSoil® Qiagen. Este ADN será utilizado como blanco para amplificar los marcadores 16S rDNA y región ITS mediante PCR, utilizando los primers universales para los dominios de Bacteria y Eukarya. Las secuencias así amplificadas serán enviadas a secuenciación masiva (NGS), utilizando la plataforma Novaseq de Illumina, a Macrogen (Corea del Sur). Una vez recibidos los paquetes de secuencias, los mismos serán analizados siguiendo una secuencia de etapas que incluirá la eliminación de los “códigos de barras” adicionados y la asignación de las secuencias.

Se realizará un análisis de rarefacción para saber si se obtuvieron suficientes OTUs para determinar los principales índices ecológicos, Alfa y Beta; y así determinar riqueza, Shannon, Simpson, Jaccard respectivamente.

#### Aislamiento de hongos y bacterias

Las bacterias y hongos cultivables se aislarán mediante diluciones seriadas ( $10^{-1}$  a  $10^{-7}$ ), pesando 10 g de la muestra compuesta de suelo del cultivo de maíz y Bosque Seco, diluidos en 90 ml de agua destilada estéril. Se realizarán aislamientos por estriado sobre placas Petri con medio de cultivo agar nutritivo TM MEDIA®, incubadas a temperatura ambiente por 48 horas para bacterias. En el caso de los hongos estos serán sembrados por el método de punción en medio PDA e incubados a 25°C por una semana. Los aislamientos se purificarán mediante siembras sucesivas. Posteriormente las cepas bacterianas y fúngicas serán almacenadas a 4°C y formarán parte de la Micoteca para la Conservación de la Biodiversidad Ruth Moore de la Universidad Católica de Cuenca. Para la identificación de las cepas (género y especies), se seleccionarán inicialmente morfo-tipos diferentes y se identificarán empleando técnicas moleculares.

#### Sondeo de isótopos estables en el ADN/ DNA Stable isotope probing

El sondeo de isótopos estables es un método utilizado en ecología microbiana que proporciona un medio por el cual se identifican grupos funcionales específicos de organismos que incorporan sustratos particulares sin el requisito previo de cultivo. Las fuentes de carbono ( $^{13}\text{C}$ ) o nitrógeno ( $^{15}\text{N}$ ) marcadas con isótopos estables se asimilan a la biomasa microbiana de las muestras ambientales. La separación y el análisis molecular de ácidos nucleicos marcados (ADN o ARN) revela información filogenética y funcional sobre los microorganismos responsables del metabolismo de un sustrato particular.

Los experimentos DNA-SIP comienzan con la incubación de una muestra ambiental con sustrato etiquetado, en condiciones lo más parecidas al ambiente original. La concentración del sustrato y el tiempo de exposición deben ser suficientes para permitir la detección del ADN marcado, pero minimizados para reducir la alimentación cruzada y las concentraciones ambientales aproximadas tanto como sea posible. Además, la inclusión de muestras de control expuestas al sustrato no marcado proporciona una confirmación crítica de que el ADN identificado como marcado está enriquecido con isótopos estables. Finalmente, los protocolos de extracción utilizados para aislar el ADN de las incubaciones SIP deben ser los que mejor se adapten al entorno de interés. La pureza del ADN de los compuestos extraídos es relativamente poco importante.

Se expondrán las muestras ambientales al sustrato etiquetado. Como pauta aproximada para el etiquetado con  $^{13}\text{C}$ , normalmente encontramos que el suelo se puede etiquetar suficientemente después de la incorporación de 5 a 500 mmol de  $^{13}\text{C}$  por g. La cantidad mínima de sustrato requerida para un etiquetado adecuado se verá afectada por factores como la eficiencia de conversión de carbono y la tasa de crecimiento de los organismos objetivo. Esto se determina mejor probando dosis o muestras de  $^{13}\text{C}$  durante un curso de tiempo. Se debe asegurar incluir controles de sustrato no etiquetados para ayudar a confirmar el enriquecimiento de organismos específicos en las muestras expuestas a  $^{13}\text{C}$ . El mismo procedimiento de incubación se lo realizará para  $^{15}\text{N}$ . De todas maneras, se debe considerar que N se etiqueta, desafortunadamente en menor grado en los ácidos nucleicos en comparación con C, O o H. Por lo tanto, es importante, antes de establecer un periodo determinado de incubación, hacer test preliminares y medir la velocidad y la dinámica del proceso en cuestión para estimar la duración del periodo de incubación que se necesita.

La relación entre el consumo de sustrato y el nivel de marcaje depende de la eficiencia de asimilación y el tamaño del gremio microbiano activo y, por lo tanto, es difícil de establecer. No obstante, se pueden hacer estimaciones aproximadas. Además, es recomendable medir el nivel de enriquecimiento del ADN o ARN total extraído de la muestra para evaluar si la detección de microbios marcados será factible [2, 13, 14]. Nuevamente, si bien es imposible establecer una relación directa general entre el nivel de enriquecimiento de ácidos nucleicos y el resultado del

SIP, porque esto dependerá de si la etiqueta se concentra o no dentro de un pequeño grupo de microbios altamente etiquetados o compartida entre muchos miembros, pero, sin embargo, se puede establecer fácilmente una relación cualitativa para entornos y gremios microbianos específicos.

En general para procesos muy rápidos como la capacidad de adquisición de agua, el tiempo de incubación puede ser corto (2 horas), y para procesos más lentos como la fijación de nitrógeno, la incubación debe ser de varios días e incluso de varias semanas. [2,10,23,24,25]. Por otro lado, los tiempos de incubación prolongados conllevan el riesgo de etiquetar a los miembros de la comunidad que no realizan la actividad metabólica en cuestión pero que fueron etiquetados a través de la alimentación cruzada. Debido a que los microbios están interconectados a través de una red de interacciones tróficas, cualquier elemento etiquetado eventualmente se propagará entre muchos miembros de la comunidad, independientemente de cuán específico sea el proceso en cuestión. La alimentación cruzada en los experimentos de marcaje de isótopos ha sido reconocida desde el principio y se ha demostrado tanto para el nitrógeno como para el carbono (p. ej., [27, 28]).

Tomando en cuenta estas especificaciones se seleccionarán 2 parcelas de 10 x 10 m en los límites altitudinales de la zona de cultivo de maíz ubicadas en el cantón Pindal de la Provincia de Loja, en éstas se colectarán 10 submuestras al azar de 1 kg y se formará una muestra compuesta que será utilizada para las pruebas a priori de incubado, el experimento final de marcaje de isótopos y la extracción de ADN. Para cada prueba de incubación se tomarán 6 g de suelo previamente secado al 60% de su máxima capacidad de retención de agua a 28°C en la oscuridad y en una botella de suero de 120 ml sellada con tapones de butilo. A cada botella se le añade el isótopo enriquecido de interés a concentraciones altas que serán ajustadas después de cada prueba de incubado. Se debe evaluar la abundancia isotópica natural de las muestras testigos a la par. Medir las concentraciones en las muestras cada 8-16 h durante la incubación.

Para la extracción del ADN. Se requiere la clonación de grandes fragmentos de ADN para el análisis metagenómico, por lo que se debe asegurar de que el procedimiento de extracción no provoque un corte excesivo del ADN. La contaminación por ARN no es un problema para la mayoría de los análisis de ADN posteriores. Se cuantificará el ADN utilizando absorbancia UV y electroforesis en gel de agarosa. Aquí se describen dos protocolos de ultracentrifugación: (A) uno que usa un medio de gradiente sin EtBr y del cual el ADN se recupera posteriormente por fraccionamiento; y (B) uno que contiene EtBr y del cual se puede recuperar el ADN usando una aguja y jeringa. La recuperación de ADN se lleva a cabo mediante (A) fraccionamiento en gradiente a partir de gradientes sin EtBr o (B) aguja y extracción con jeringa de gradientes que contienen EtBr.

Precipitar el ADN de todas las fracciones añadiendo 1 ml de glucógeno (20 mg) y 2 volúmenes de solución de PEG.

## Evaluación de consorcios microbianos

En la selección de especies a ser usadas en el bioinsumo se considerará el escenario de aplicación deseado, considerando la presencia de organismos generalistas que aseguren una inoculación de varias especies y de inoculantes específicos. El inoculante contendrá suficientes propágulos viables para lograr la colonización de raíces, considerando también la disminución de la tasa de germinación de estos luego de periodos de almacenamiento. Se verificará que los inoculantes se encuentren libres de patógenos de plantas y de otras contaminaciones posibles.

Del conjunto de microorganismos aislados y en base a la caracterización de su funcionalidad se plantea la elaboración de dos consorcios microbianos a ser aplicados en el cultivo de maíz bajo condiciones controladas en invernadero, haciendo uso de macetería con sustrato proveniente de la zona de estudio.

Para la experimentación se considera un diseño de bloques al azar con seis tratamientos: los consorcios de microorganismos (2) aplicados por vía húmeda y seca a la semilla (2), un testigo absoluto y un relativo (fertilización mineral convencional) (2) con cinco réplicas. Cada unidad experimental estará conformada por 10 macetas.

Las variables a evaluarse: días a la germinación, número de hojas, altura de planta, longitud y peso seco de raíz, diámetro de tallo, número de mazorcas y peso seco de los granos.

Los datos registrados serán analizados estadísticamente mediante pruebas que permitan inferir la relación de los consorcios con el rendimiento.

De ser uno de los consorcios mejor que los demás tratamientos, será probado en condiciones de campo en la zona de estudio, frente a un testigo absoluto y uno relativo.

7.8. REQUIERE ALGÚN AVAL ESPECIAL, PERMISO DEL COMITÉ DE BIOÉTICA, DEL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA, DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE U OTRO

SI

~~Justificación: Se requiere que la Universidad firme un Contrato Marco de Acceso al Recurso Genético y sus derivados que se encuentra en la plataforma SUIA~~

## G. IMPACTO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

### 7.9. IMPACTO SOCIAL ESPERADO DEL PROYECTO

Los resultados de este estudio podrían ser útiles para orientar o plantear nuevas políticas para el manejo del suelo dentro del cultivo de maíz en la zona de Pindal. De tal manera, que el conocimiento de la funcionalidad de los microorganismos que forman parte de la microbiota del suelo a profundidad sea considerada para la generación de bioinsumos con la finalidad de regenerar suelos agrícolas que históricamente han sido degradados por malas prácticas agrícolas.

### 7.10. IMPACTO CIENTÍFICO ESPERADO DEL PROYECTO

Como equipo aspiramos poder publicar al menos dos artículos en revistas indexadas en Scopus o ISI Web of Science. Los que permitirán un impacto positivo al generar

conocimiento con respecto a la temática abordada en esta investigación. Además, de la capacitación del grupo técnico en la manejo y aplicación de técnicas moleculares.

7.11. IMPACTO ECONÓMICO ESPERADO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
NO APLICA

#### 7.12. IMPACTO POLÍTICO DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

NO APLICA

#### 7.13. OTRO IMPACTO DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

NO APLICA

### H. TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

---

#### 8.1. CONSIDERACIONES ÉTICAS DE LA PROPUESTA

No existe consideraciones éticas en la propuesta

#### 8.2. TRANSFERENCIA Y DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La ejecución del proyecto permitirá potenciar la capacidad de la Institución para abordar a mediano y largo plazo estudios en temática similares; las herramientas metodológicas y el conocimiento adquirido se podrán aplicar en el campo de la agricultura a nivel local, regional e internacional. Todo lo anterior se verá reflejado en un incremento de la productividad científica de la Universidad.

Los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto de investigación, permitirán la generación de conocimiento científico que será transferido mediante artículos científicos y la difusión de los resultados directamente a los agricultores de la zona de estudio. Además, del intercambio de investigadores, mediante la propuesta de estancias para la transferencia de tecnologías.

#### 8.3. RESULTADOS ESPERADOS DEL PROYECTO E IMPACTO

OE1) Caracterizar la composición, funcionalidad y los efectos de la cobertura vegetal, cambio del uso del suelo y prácticas agrícola sobre la diversidad de la microbiota del suelo.

RESULTADOS: Los resultados obtenidos nos permitirán conocer todos los parámetros ecológicos importantes de las comunidades microbianas estudiadas. A partir de esta información podremos conocer las características particulares de las comunidades microbianas de estos suelos, información que puede ser muy útil para orientar las prácticas agrícolas.

OE2) Identificar grupos funcionales específicos de microorganismos del suelo que respondan a fuentes específicas de carbono y nitrógeno, mediante la técnica del ADN-SIP, lo que nos permite identificar los roles metabólicos y de contribución a la relación tripartita planta-hongo-bacteria en el ecosistema suelo.

RESULTADOS: En este objetivo se espera contar con la identificación de las funciones específicas de los microorganismos que forman parte de la microbiota del suelo de un bosque seco y cultivo de maíz en la zona sur del país, el rol metabólico y las relaciones interespecíficas.

OE3) Evaluar la acción de consorcios microbianos como inoculantes en el cultivo de maíz en condiciones controladas bajo invernadero y en campo.

RESULTADOS: Consorcio de microorganismos probado en invernadero y campo como elemento que permite elevar los rendimientos del cultivo de manera sustentable y sostenible.

### I. INFORMACIÓN DE CIERRE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

## 9.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fischer, J., Riechers, M., Loos, J., Martin-Lopez, B., Temperton, V.M. 2020. Making the UN Decade on Ecosystem Restoration a Social-Ecological Endeavour. *Trends in Ecology and Evolution* 36:20-28.
2. Muñoz-Rojas, M., Delgado-Baquerizo, M. & Lucas-Borja M. 2021. La diversidad y el carbono orgánico del suelo son esenciales para revertir la desertificación. *Ecosistemas*. 30 (3): 2238.
3. Li, Y., Wang, J., Shao, M.A. 2021. Assessment of earthworms as an indicator of soil degradation: A case-study on loess soils. *Land Degradation and Development* 32: 2606-2617.
4. Wu, Y., Chen, D., Saleem, M., Wang, B., Hu, S., Delgado\_Baquerizo, M., Bai, Y. 2021. Rare soil microbial taxa regulate the negative effects of land degradation drivers on soil organic matter decomposition. *Journal of Applied Ecology*.
5. Bach, E.M., Ramirez, K.S., Fraser, T.D., Wall, D.H. 2020. Soil Biodiversity Integrates Solutions for sustainable future. *Sustainability* 12, 2662.
6. Timmis, K., Ramos, J.L. 2021. The soil crisis: the need to treat as a global health problem and the pivotal role of microbes in prophylaxis and therapy. *Microbial Biotechnology* 4(3):769-797.
7. Delgado-Baquerizo, M., Oliveira, A.M., Brewer, T.E., Benavent-González, A. Eldridge, D.J., Bardgett, R.D., et al. 2018. A global atlas of the dominant bacteria found in soil. *Science* 359(6373):320-325.
8. van Rijssel, S. Q., Veen, G. F., Koorneef, G. J., Bakx-Schotman, J. M. T., Ten Hooven, F. C., Geisen, S., & van Der Putten, W. H. (2022). Soil microbial diversity and community composition during conversion from conventional to organic agriculture. *Molecular Ecology*, 31(15), 4017-4030.
9. Kraut-Cohen, J., Zolti, A., Shaltiel-Harpaz, L., Argaman, E., Rabinovich, R., Green, S. J., & Minz, D. (2020). Effects of tillage practices on soil microbiome and agricultural parameters. *Science of the Total Environment*, 705, 135791.
10. Nelkner, J., Henke, C., Lin, T. W., Pätzold, W., Hassa, J., Jaenicke, S., ... & Schlüter, A. (2019). Effect of long-term farming practices on agricultural soil microbiome members represented by metagenomically assembled genomes (MAGs) and their predicted plant-beneficial genes. *Genes*, 10(6), 424.
11. Zarraindia, I., Martínez-Goñi, X. S., Liñero, O., Muñoz-Colmenero, M., Aguirre, M., Abad, D., ... & Estonba, A. (2020). Response of horticultural soil microbiota to different fertilization practices. *Plants*, 9(11), 1501.
12. García-Palacios, P.; Vandegehuchte, M.L.; Shaw, E.A.; Dam, M.; Post, K.H.; Ramirez, K.S.; Sylvain, Z.A.; de Tomasel, C.M.; Wall, D.H. Are there links between responses of soil microbes and ecosystem functioning to elevated CO<sub>2</sub>, N deposition and warming? A global perspective. *Glob. Chang. Biol.* 2015, 21, 1590–1600
13. Netherway, T., Begtsson, J., Krab, E.J., Bahram, M. (2020). Biotic interactions with mycorrhizal systems as extended nutrient acquisition strategies shaping forest soil

- communities and functions/ Basic and Applied Ecology 50 (2021) 2542/<https://doi.org/10.1016/j.baae.2020.10.002>
14. Cheeke, T. E., Phillips, R. P., Brzostek, E. R., Rosling, A., Bever, J. D., & Fransson, P. (2016). Dominant mycorrhizal association of trees alters carbon and nutrient cycling by selecting for microbial groups with distinct enzyme function. *New Phytologist*, 214, 432–442.
  15. Orwin KH, Kirschbaum MU, St John MG, Dickie IA. 2011. Organic nutrient uptake by mycorrhizal fungi enhances ecosystem carbon storage: a model-based assessment. *Ecology Letters* 14: 493–502
  16. Waring BG, Adams R, Branco S, Powers JS. 2016. Scale-dependent variation in nitrogen cycling and soil fungal communities along gradients of forest composition and age in regenerating tropical dry forests. *New Phytologist* 209: 845–854.
  17. Rosling A, Midgley MG, Cheeke T, Urbina H, Fransson P, Phillips RP. 2016. Phosphorus cycling in deciduous forest soil differs between stands dominated by ecto- and arbuscular mycorrhizal trees. *New Phytologist* 209:1184–1195.
  18. Read DJ, Perez-Moreno J. 2003. Mycorrhizas and nutrient cycling in ecosystems a journey towards relevance? *New Phytologist* 157: 475–492.
  19. Phillips RP, Brzostek E, Midgley MG. 2013. The mycorrhizal-associated nutrient economy: a new framework for predicting carbon-nutrient couplings in temperate forests. *New Phytologist* 199: 41–51.
  20. Waring BG, Averill C, Hawkes CV. 2013. Differences in fungal and bacterial physiology alter soil carbon and nitrogen cycling: insights from meta-analysis and theoretical models. *Ecology Letters* 16: 887–894.
  21. Li M, Zhao J, Tang N, Sun H and Huang J (2018) Horizontal Gene Transfer From Bacteria and Plants to the Arbuscular Mycorrhizal Fungus *Rhizophagus irregularis*. *Front. Plant Sci.* 9:701. doi: 10.3389/fpls.2018.00701
  22. Shristi Bhandari, Sarvjeet Kukreja, Vijay Kumar, Abhijit Dey, Umesh Goutam, Chapter 9 - Microbiome stimulants and their applications in crop plants, Editor(s): Justin Samuel, Ajay Kumar, Joginder Singh, Relationship Between Microbes and the Environment for Sustainable Ecosystem Services, Volume 1, Elsevier, 2022, Pages 177-195, ISBN 9780323899383, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-89938-3.00009-8>.
  23. Deepali Shukla, Piyush Shukla, Ashmita Tandon, Poonam C. Singh, Jayandra Kumar Johri, CHAPTER 1 - Role of microorganism as new generation plant bio-stimulants: An assessment, Editor(s): Harikesh Singh, Anukool Vaishnav, New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering, Elsevier, 2022, Pages 1-16, ISBN 9780323851633, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85163-3.00016-8>.
  24. A.L. Singh, Sushmita Singh, Ananth Kurella, Aman Verma, M.K. Mahatama, I. Venkatesh, Chapter 12 - Plant bio-stimulants, their functions and use in enhancing stress tolerance in oilseeds, Editor(s): Harikesh Bahadur Singh, Anukool Vaishnav, New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering, Elsevier, 2022, Pages 239-259, ISBN 9780323855792, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85579-2.00003-4>.
  25. Biraj Bandhu BASAK, Ajoy SAHA, Recycling of isabgol (*Plantago ovata* Forsk) straw biomass and mineral powder with bio-inoculants as an effective soil amendment for isabgol cultivation, *Pedosphere*, 2022, ISSN 1002-0160, <https://doi.org/10.1016/j.pedsph.2022.06.004>.
  26. Murillo-Cuevas, Félix David, Cabrera-Mireles, Héctor, Adame-García, Jacel, Vásquez-Hernández, Andrés, Martínez-García, Adrián de Jesús, & Moctezuma, Rebeca Luria. (2021). Bioestimulantes en la calidad de frutos de chile habanero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(8), 1473-1481. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i8.2900>
  27. Lemus-Soriano, Braulio Alberto, Venegas-González, Eulalio, & Pérez-López, Marco Aurelio. (2021). Efecto de bioestimulantes radicales sobre el crecimiento en plantas de aguacate. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(6), 1139-1144. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i6.2725>
  28. Rodríguez-Larramendi, Luis Alfredo, Guevara Hernández, Francisco, La O-Arias, Manuel Alejandro, Reyes-Muro, Luis, Campos-Saldaña, Rady Alejandra, & Salas-Marina,

- Miguel Ángel. (2020). Leaf growth and biomass accumulation in radish (*Raphanus sativus* L.) inoculated with rhizosphere microorganisms. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 52(2), 78-87.
29. Sauvu-Jonasse, Crizostro, Nápoles-García, María Caridad, Falcón-Rodríguez, Alejandro B., Lamz-Piedra, Alexis, & Ruiz-Sánchez, Michel. (2020). Bioestimulantes en el crecimiento y rendimiento de soya (*Glycine max* (L.) Merrill). *Cultivos Tropicales*, 41(3), e02. .
30. Reyes-Pérez, Juan José, Enríquez-Acosta, Emmanuel Alexander, Ramírez-Arrebato, Miguel Ángel, Rodríguez-Pedroso, Aida Tania, & Falcón-Rodríguez, Alejandro. (2020). Efecto de ácidos húmicos, micorrizas y quitosano en indicadores del crecimiento de dos cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Terra Latinoamericana*, 38(3), 653-666. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i3.671>
31. Aguirre, Z., Linares-Palomino, R., & Kvist, L. P. (2006). Woody species and vegetation formations in seasonally dry forests of Ecuador and Peru. *Arnaldia*, 13, 324-350.
32. Contento, R. (2000). Estudio de la composición florística y regeneración natural del bosque seco en la Ceiba Grande, Zapotillo (Doctoral dissertation, Tesis Ing. For. Loja, Ecuador. Universidad Nacional de Loja Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. p 72).

## 9.2. FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div data-bbox="347 324 459 436" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="461 333 679 394" data-label="Text"> <p> <small>Formado electrónicamente por:</small><br/> <b>MARJORIE JAZMIN<br/>SALAZAR ORELLANA</b> </p> </div> <div data-bbox="255 454 766 528" data-label="Text"> <p>             DIRECTOR DEL PROYECTO: PICSN22-15<br/>             Marjorie Jazmin Salazar Orellana           </p> </div> | <div data-bbox="836 459 1420 530" data-label="Text"> <p>             Arq. María del Cisne Aguirre, PhD.<br/>             JEFA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN           </p> </div> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## J. ANEXOS

### 10.1. PLANILLA DE ANEXOS DEL PROYECTO

```
[{ "title":"Anexos","comment":"","size":"54.521","name":"Anexos_Microbiota-19%282%29.xlsx","filename":"fu_xjmq6sc5b5y2vnj","ext":"xlsx" }]
```

Número de archivos: 1

### 10.2. DOCUMENTO DE CONTRAPARTE

```
[{ "title":"Carta_compromiso_contraparte","comment":"","size":"283.904","name":"carta%201%20%281%29.pdf","filename":"fu_v7dapjtm3gqn5pc","ext":"pdf" }]
```

### 10.3. DOCUMENTACIÓN ADICIONAL

```
[{ "title":"Convenio_Bayreuth","comment":"En espera de la firma del representante legal de la Universidad de Bayreuth","size":"80.862","name":"MoU__Bayreuth_UCACUE-signed.pdf","filename":"fu_jvm9j8ywu4kwgkp","ext":"pdf" }]
```

Número de archivos: 1

### 10.4. CONTROL DE VERSIÓN DEL DOCUMENTO

| INDICADOR                          | DETALLE             |
|------------------------------------|---------------------|
| ID del registro                    | 119                 |
| Código del Proyecto                | PICSN22-15          |
| Fecha de modificación              | 2022-09-27 09:08:01 |
| Evaluated                          |                     |
| Condición                          |                     |
| Estado                             |                     |
| Fecha de Inicio del Proyecto       |                     |
| Fecha de Fin del Proyecto          |                     |
| Fecha de Finalización del Proyecto |                     |
| Fecha de Prorroga del Proyecto     |                     |