CAMBIOS A CORTO PLAZO DE LA COMUNIDAD BACTERIANA EN SUELOS RESTAURADOS EN CLIMA SEMIÁRIDO

N. Rodríguez-Berbel, R. Soria, R. Ortega, I. Miralles

Departamento Edafología y Química Agrícola, Universidad de Almería, 04120, Almería, España.

nrodfer@ual.es

Introducción

Los ecosistemas degradados por actividades mineras necesitan estrategias para acelerar su restauración natural. Este hecho se ve intensificado en zonas semiáridas debido a su fragilidad (Fig 1). Una de estas estrategias podría ser el uso de enmiendas orgánicas, ya que mejoran las propiedades fisicoquímicas y biológicas de los suelos.

Objetivo: **Estudiar el efecto de las enmiendas orgánicas sobre las comunidades bacterianas al nivel taxonómico de filo tras 6 meses de la aplicación en suelos restaurados de una cantera de roca caliza en clima semiárido.**

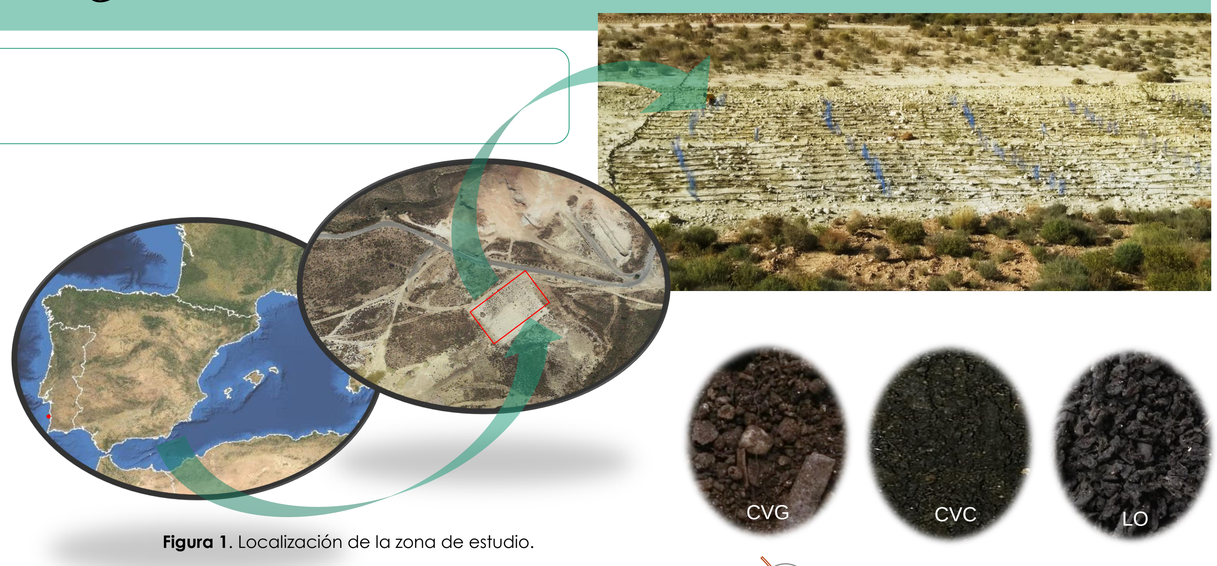

Figura 1. Localización de la zona de estudio.

Metodología

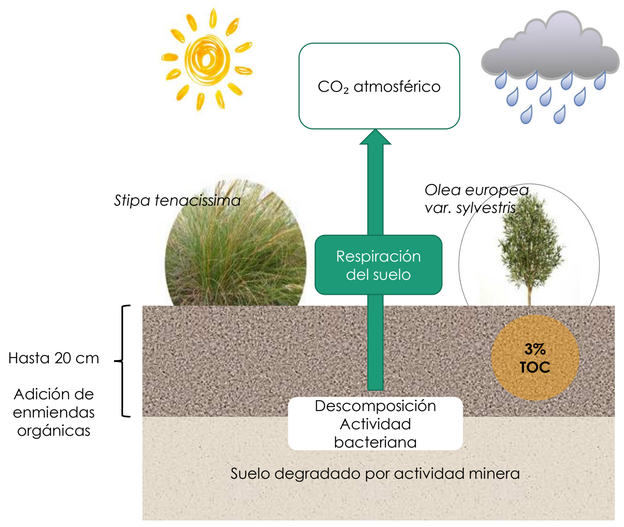

Figura 2. Procesos a considerar en la restauración.

Se instalaron parcelas experimentales de 50 m^2 (3 réplicas por tratamiento) en áreas afectadas por la minería en la Sierra de Gádor (Almería, SE España) a las que se le aplicaron diferentes enmiendas provenientes de residuos orgánicos hasta aumentar en un 3% el carbono orgánico total (Fig 2 y 3). La recolección de muestras se tomó de los primeros 10 cm de suelo a los 6 meses de añadir las enmiendas. Posteriormente, se analizaron los parámetros fisicoquímicos de pH, conductividad eléctrica "CE", carbono orgánico total "TOC", nitrógeno total "NT" y fósforo asimilable "AP". Y, se realizó el análisis metagenómico del RNAr 16S hasta nivel de filo mediante el software QIIME2 (Fig 4).

Se usó el análisis univariante PerANOVA para analizar diferencias en los parámetros fisicoquímicos entre los grupos de muestras. Los análisis estadísticos de los taxones bacterianos se hicieron a partir del porcentaje de abundancia relativa. Se empleó el análisis LEFSe (Linear discriminant analysis Effect Size) para determinar las características que expliquen las diferencias entre los datos taxonómicos. Finalmente, se usó un análisis de componentes principales (PCA) para estudiar las tendencias de los taxones bacterianos y las propiedades fisicoquímicas.

Figura 3. Tratamientos empleados en estudio.

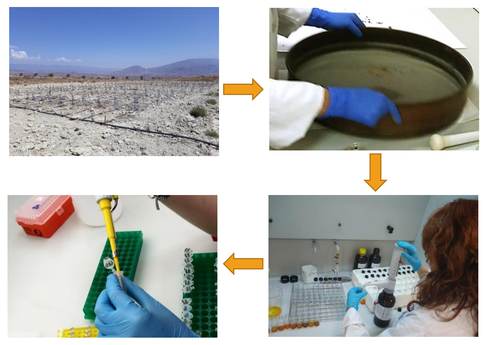

Figura 4. Proceso de recogida de muestras y análisis fisicoquímicos y biológicos en el laboratorio.

Resultados y discusión

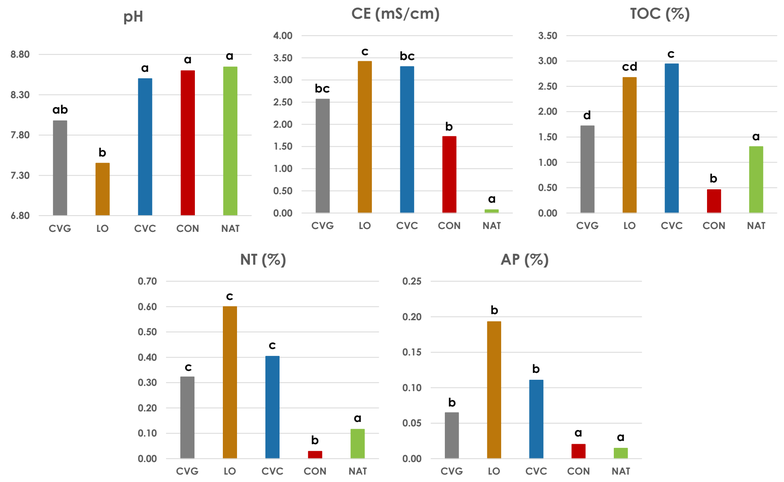

Figure 5. Parámetros fisicoquímicos. Las letras equivalen a las diferencias significativas del análisis univariante PerANOVA ($p < 0,05$). (CVG: Compost vegetal de residuos de jardín; LO: Lodo de depuradora; CVC: Compost vegetal de residuos de cultivos de horticultura; CON: Suelos sin enmiendas y NAT: Suelos naturales).

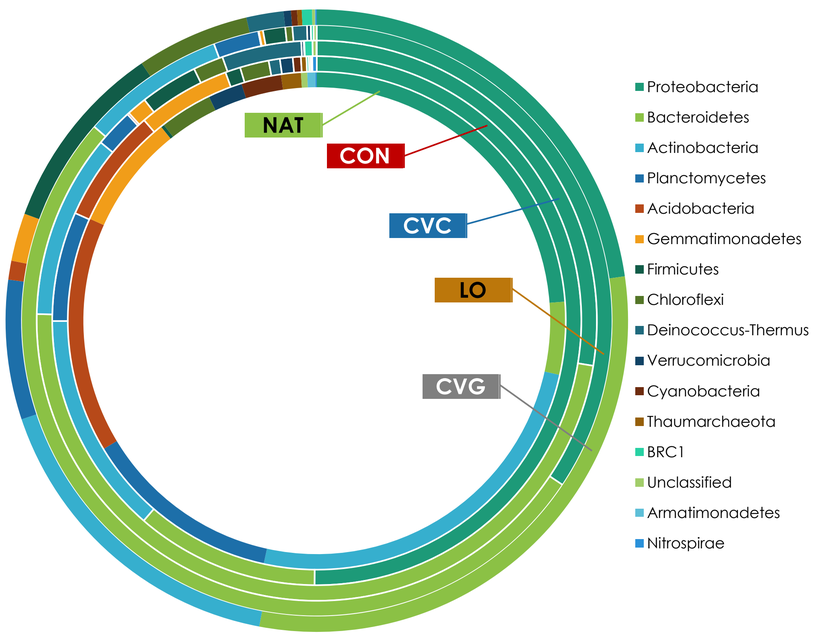

Fig 6. Abundancia relativa (%) de filos en cada tipo de suelo estudiado (CVG: Compost vegetal de residuos de jardín; LO: Lodo de depuradora; CVC: Compost vegetal de residuos de cultivos de horticultura; CON: Suelos sin enmiendas y NAT: Suelos naturales).

En general, los suelos restaurados con enmiendas orgánicas (CVG, LO y CVC) mostraron CE, TOC, NT y AP significativamente más altos ($p < 0.05$) que los suelos sin enmiendas (CON) y los suelos naturales (NAT). Sin embargo, el pH del suelo fue significativamente más alto ($p < 0.05$) en los suelos CON y NAT que en los suelos restaurados, siendo LO los suelos con el valor de pH significativamente más bajo (Fig 5).

Se obtuvieron 16 filos diferentes con una abundancia relativa superior al 0,1%, siendo los más abundantes Proteobacteria, Bacteroidetes y Actinobacteria (Fig 6).

El análisis LeFSe indicó que 12 de los filos estuvieron influenciados por algunos de los suelos analizados. Presentando el filo Bacteroidetes preferencia por el suelo enmendado con lodo (LO), el filo Proteobacteria por los suelos CON y 5 filos por los suelos naturales (NAT; Fig 7).

El PCA corroboró los resultados observados previamente. Destacando que los suelos enmendados (CVC, LO y CVG) se encontraron en el cluster izquierdo con valores negativos en el PC1 e indicando que se relacionaron tanto con los parámetros de TOC, NT, CE y AP como con los filos que predichos por el análisis LeFSe (Fig 8). Por el contrario, en el cluster derecho, se ubicaron los suelos sin enmiendas y de referencia (CON y NAT), relacionados directamente con el pH y con los filos influenciados por estos suelos (Fig 8).

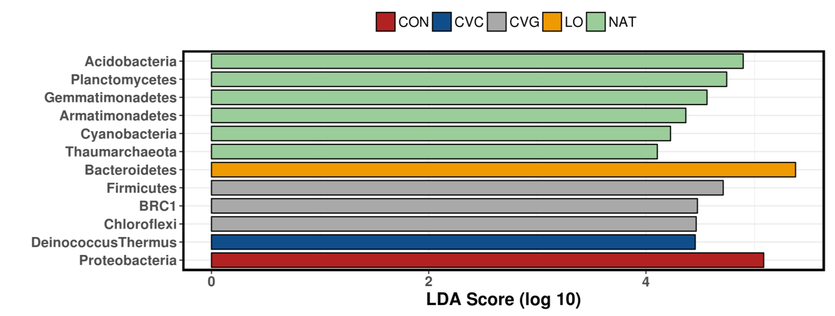

Fig 7. Análisis LEFSe en el que se observan los filos que fueron influenciados por los diferentes tipos de suelos (CVG: Compost vegetal de residuos de jardín; LO: Lodo de depuradora; CVC: Compost vegetal de residuos de cultivos de horticultura; CON: Suelos sin enmiendas y NAT: Suelos naturales).

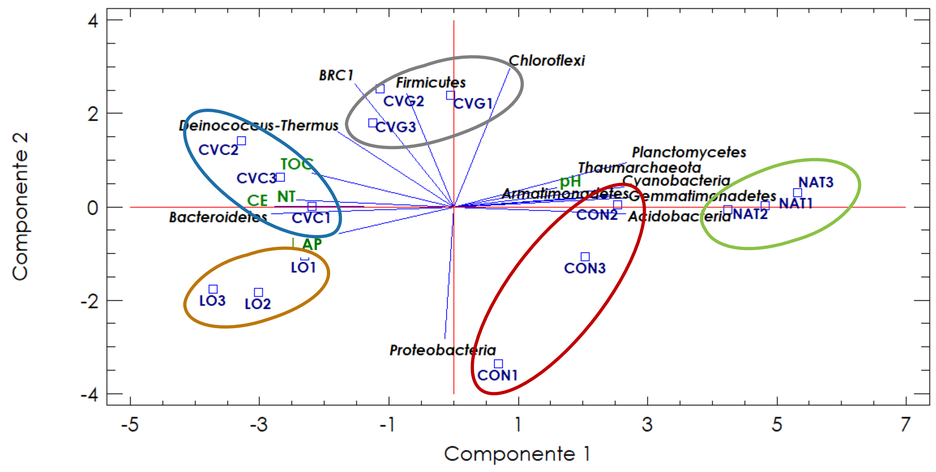

Fig 8. Análisis de componentes principales relacionando los parámetros fisicoquímicos del suelo, los filos de bacterias y las parcelas experimentales. CVG: Compost vegetal de residuos de jardín; LO: Lodo de depuradora; CVC: Compost vegetal de residuos de cultivos de horticultura; CON: Suelos sin enmiendas y NAT: Suelos naturales.

Conclusión:
Las enmiendas orgánicas provocaron cambios en las propiedades fisicoquímicas y biológicas de los suelos a corto plazo. Aumentando los valores de CE, TOC, NT y AP y disminuyendo los de pH respecto a los suelos sin enmiendas y a los suelos de referencia. Influenciando a su vez en la comunidad bacteriana a nivel de filo.

Agradecimientos:
A los proyectos de investigación CGL2017-88734-R (BIORESOC), PY18-4112, TRFE-I-2019/011 y UAL18-RNM-A021-B, así como a las becas de investigación RYC-2016-21191, PRE 2018-084964 e HIPATIA de la Universidad de Almería.

Bastida, F., Moreno, J.L., Nicolás, C., Hernández, T., García, C., 2009. Soil metaproteomics: a review of an emerging environmental science. Significance, methodology and perspectives. European Journal of Soil Science 60, 845–859.

Bastida, F., Selevsek, N., Torres, I.F., Hernández, T., García, C., 2015. Soil restoration with organic amendments: Linking cellular functionality and ecosystem processes. Scientific Reports 5, 1–12.

Miralles, I., Soria, R., Lucas-Borja, M.E., Soriano, M., Ortega, R., 2020. Effect of biocrusts on bacterial community composition at different soil depths in Mediterranean semi-arid ecosystems. Science of the Total Environment 733, 138613. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.138613

Rodríguez-Berbel, N., Ortega, R., Lucas-Borja, M.E., Solé-Benet, A., Miralles, I., 2020. Long-term effects of two organic amendments on bacterial communities of calcareous mediterranean soils degraded by mining. Journal of Environmental Management 271, 110920. doi:10.1016/j.jenvman.2020.110920