

## La asociación de cultivos melón/caupí cambia la comunidad bacteriana y mejora las propiedades del suelo

### A first-year melon/cowpea intercropping system improves soil nutrients and changes the soil microbial community

J. Cuartero<sup>1\*</sup>, JA. Pascual<sup>1</sup>, JM. Vivo<sup>2</sup>, O. Özbolat<sup>3</sup>, V. Sánchez-Navarro<sup>4</sup>, M. Egea-Cortines<sup>3</sup>, R. Zornoza<sup>4</sup>, M. Martínez-Mena<sup>1</sup>, E. García<sup>1</sup>, M. Ros<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Enzimología y Biorremediación de Suelos y Residuos Orgánicos. Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS)-CSIC. Campus Universitario de Espinardo, 30100, Espinardo, Murcia, España.

<sup>2</sup>Departamento de Estadística. Universidad de Murcia. CMN & IMIB-Arrixaca, 30100 Murcia, España.

<sup>3</sup>Grupo de Genética y Biología Vegetal. Universidad Politécnica de Cartagena. P<sup>o</sup> Alfonso XIII, 48, 30203, Cartagena, Murcia, España.

<sup>4</sup>Departamento de Ingeniería Agronómica. Universidad Politécnica de Cartagena. P<sup>o</sup> Alfonso XIII, 48, 30203, Cartagena, Murcia, España.

\*jessica.cuartero@um.es

#### Resumen

La asociación de cultivos podría ser una alternativa al monocultivo tradicional capaz de optimizar la producción reduciendo a su vez la aplicación de fertilizantes, pesticidas y herbicidas, promoviendo cambios en la comunidad bacteriana del suelo que podrían contribuir a la salud del suelo. Para estudiar estos cambios, se realizó un estudio de las propiedades del suelo, así como de las comunidades bacterianas a través de la secuenciación del gen 16S. Los resultados mostraron como se produjo un cambio tanto en las propiedades del suelo como en las comunidades bacterianas mostrando un aumento de TOC, TN y P en los cultivos asociados, además algunos géneros como *Pseudomonas* y *Bacillus* estuvieron significativamente aumentados en los cultivos asociados, por lo que podrían haber contribuido a aumentar la cantidad de P en los suelos. Por otro lado, LEfSe reveló algunos biomarcadores resistentes a las sequías en M lo que podría deberse a las peores condiciones de agua cuando se realiza el monocultivo. En este sentido, una aplicación a largo plazo de estos cultivos asociados podría favorecer a la calidad del suelo

**Palabras clave:** sostenible; nitrógeno; fósforo.

#### Abstract

Intercropping could be an alternative to traditional monocropping, capable of optimizing yield reducing the fertilizers, pesticides, and herbicides application promoting changes on soil bacterial community which could contribute to soil health. To study these changes, a soil properties and bacterial community through 16S gene amplification was performed. The results showed how soil properties and bacterial community changed under the different cropping systems showing and increase of TOC, TN, and P in the intercropping system, in addition, some genus like *Pseudomonas* or *Bacillus*, were significantly increased in intercropping system as well, so they could have contributed to this higher availability of P on soils. On the other hand, LEfSe revealed some biomarkers drought-resistant in M which could be due to worse conditions of water where monocrop was made. In this sense, long-term intercropping system could favor to soils quality.

**Keywords:** sustainable; nitrogen; phosphorus.

## 1. INTRODUCTION

Los cultivos asociados (CA) son una práctica que implica cultivar dos o más tipos de plantas en el mismo lugar y durante la misma estación (1), una práctica que se está volviendo muy habitual en algunas zonas, ya que es capaz de mantener e incluso mejorar la calidad del suelo, así como la producción (2). En general, la asociación con leguminosas, principalmente gracias a su capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico (3) suelen ser buenas, aunque siempre es necesario estudiarlas para evitar posibles incompatibilidades como la competencia por los recursos. El caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) es una leguminosa capaz de vivir en ambientes secos y que además requiere poca fertilización gracias a su fijación de nitrógeno (4). El melón (*Cucumis melo* L.) es actualmente uno de los productos más exportados de la Región de Murcia y que, en general, provoca una gran degradación de los suelos y de agua debido a la excesiva aplicación de fertilizantes. Los microorganismos juegan un papel fundamental en el este sentido, ya que contribuyen a la estructura del suelo, al recambio de materia orgánica, al ciclo de los nutrientes e incluso a la supresión de patógenos del suelo (5) por lo que en este estudio se trata de identificar los cambios que provoca la asociación de cultivos en las propiedades del suelo, los microorganismos y encontrar las relaciones entre ellos que puedan beneficiar tanto al agricultor como al suelo.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue llevado a cabo en La Palma (Cartagena) en un suelo que no había sido cultivado en los últimos 5 años, la temperatura y la precipitación media anual es de 18°C y 275 mm, y se estudiaron cinco tratamientos distintos: monocultivo de melón (M), monocultivo de caupí (C), mezcla melón:caupí (MC1), mezcla 1 x 1 melón:caupí (MC2), mezcla 1 x 2 melón:caupí (MC3). La distribución se realizó de manera que el número de plantas de melón no se viera disminuido, además, la aplicación de fertilizantes se redujo en un 30% en los CA.

### 2.1 Determinación de parámetros fisicoquímicos.

Se estudiaron distintos parámetros fisicoquímicos como pH y conductividad eléctrica (EC), el carbono (TOC) y nitrógeno (TN) total, así como amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) y el fosfato disponible (P)

### 2.2 Determinación de parámetros biológicos

Se analizaron, por un lado, las actividades enzimáticas fosfatasa, β-glucosidasa y deshidrogenasa, así como la expresión de los genes *amoA*, *narG* y *nirK*. Por otro lado, se estudió la comunidad bacteriana a través la amplificación del fragmento rRNA 16S que se realizó mediante la plataforma de secuenciación Ion Torrent.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio mostraron que tras el primer año de CA aparecían cambios significativos, como un incremento del P, TOC y TN así como de la cosecha en los CA con respecto al M. Además, también se encontró una mayor actividad enzimática de fosfatasa, β-glucosidasa así como expresión de genes (*amoA*, *narG* y *nirK*) en los CA, además la comunidad bacteriana también se vio altamente afectada (Fig. 1), promoviendo incluso la especialización en algunos de los taxones más abundantes como el aumento de *Pseudomonas* y *Bacillus* en los CA, por lo que este aumento de bacterias solubilizadoras de fosfato (6) puede haber sido la causa del aumento en el mismo en el suelo, como se refleja en el RDA (Fig. 2) en el que se observa como la cosecha y el P correlacionan con los CA. Además, a través de algoritmos más complejos como el Análisis discriminante lineal tamaño efecto (LEfSe) se pudieron detectar algunos biomarcadores para cada tipo de cultivo, aunque en general los biomarcadores relacionados con el monocultivo de melón fueron géneros más resistentes a la falta de agua como *Blastococcus*, *Geodermatophilus*, *Kineococcus*, *Actinoplanes*, *Kribella* o *Gemmatimonas* (7–9).

## 4. CONCLUSIONES

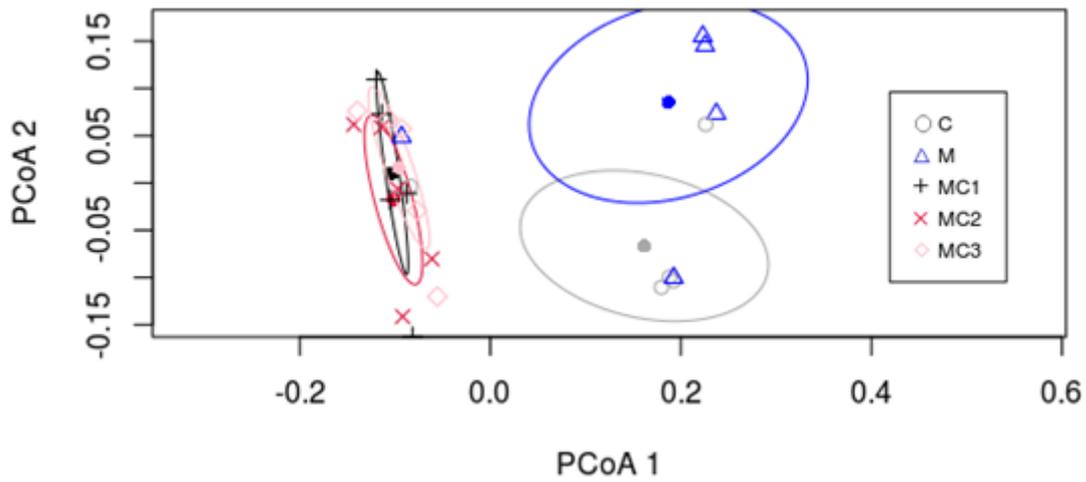
Los CA de melón y caupí mejoraron, tras solo un año de aplicación, la calidad del suelo, especialmente aumentando la cantidad de TN y P en el suelo y que podrían haber influido en el aumento de la producción de melón. Además, se encontraron géneros, como *Pseudomonas* o *Bacillus*, capaces de solubilizar el P haciéndolo biodisponible para las plantas. Por lo tanto, un estudio a largo plazo de este sistema de cultivo podría resultar especialmente interesante para los agricultores ya que con una menor aplicación de fertilizantes podrían producir una mayor cantidad de melones.

## 5. AGRADECIMIENTOS

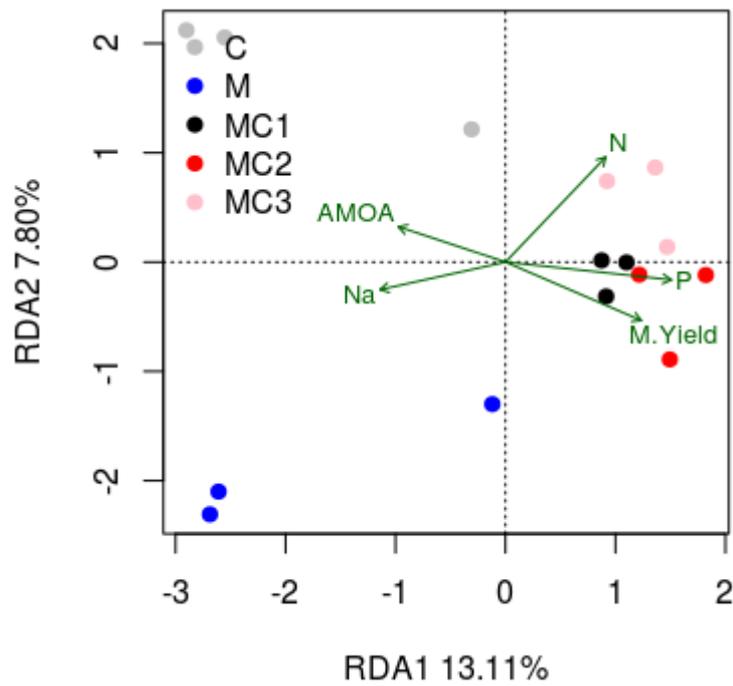
Este estudio se ha apoyado por el proyecto AsociaHortus [AGL2017-83975-R] del Ministerio de Ciencia e Innovación, también ha sido apoyado por el proyecto Diverfarming [grant agreement 728003] de la Comisión Europea Horizon 2020 y por último ha recibido financiación del Ministerio de Ciencia e Innovación a través del programa Ramón y Cajal [RYC-2015-18758].

## 6. REFERENCIAS

1. Zhou X, Yu G, Wu F. Effects of intercropping cucumber with onion or garlic on soil enzyme activities, microbial communities and cucumber yield. *Eur J Soil Biol.* 2011;47(5):279–87.
2. Singh K, Mishra AK, Singh B, Singh RP, Patra DD. Tillage effects on crop yield and physicochemical properties of sodic soils. *Land Degrad Dev.* 2016;27(2):223–30.
3. Maitra S, Palai JB, Manasa P, Kumar DP. Potential of Intercropping System in Sustaining Crop Productivity. *Int J Agric Environ Biotechnol.* 2019;12(1):39–45.
4. Li L, Li SM, Sun JH, Zhou LL, Bao XG, Zhang HG, et al. Diversity enhances agricultural productivity via rhizosphere phosphorus facilitation on phosphorus-deficient soils. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 2007;104(27):11192–6.
5. Bever JD, Platt TG, Morton ER. Microbial population and community dynamics on plant roots and their feedbacks on plant communities. *Annu Rev Microbiol.* 2012;66:265–83.
6. Zhang W, Liu G, Sun J, Fornara D, Zhang L, Zhang F, et al. Temporal dynamics of nutrient uptake by neighbouring plant species: Evidence from intercropping. *Funct Ecol.* 2017;31(2):469–79.
7. Castro JF, Nouioui I, Sangal V, Choi S, Yang SJ, Kim BY, et al. *Blastococcus atacamensis* sp. nov., a novel strain adapted to life in the Yungay core region of the Atacama Desert. *Int J Syst Evol Microbiol.* 2018;68(9):2712–21.
8. Castro JF, Nouioui I, Sangal V, Trujillo ME, del Carmen Montero-Calasanz M, Rahmani T, et al. *Geodermatophilus chilensis* sp. nov., from soil of the Yungay core-region of the Atacama Desert, Chile. *Syst Appl Microbiol.* 2018;41(5):427–36.
9. Vobis G. The genus *Actinoplanes* and related genera. *A Handbook on the Biology of Bacteria.* 2006;3:623–53.



**Figura 1.** Análisis de coordenadas principales (PCoA) de la distribución bacteriana en los distintos sistemas de cultivo utilizando la distancia Bray-Curtis.



**Figura 2.** Análisis de redundancia (RDA) basado en la comunidad bacteriana que muestra los sitios coloreados por el grupo (tipo de cultivo) y los vectores como la correlación de los parámetros fisicoquímicos y biológicos.