

## Using legumes as intercropping to improve soil properties

### Introducción de leguminosas como cultivo asociado para mejorar la calidad del suelo

M. Marcos\*, V. Sánchez, R. Zornoza

Grupo de Investigación Gestión, Aprovechamiento y Recuperación de Suelos y Aguas, Departamento de Ingeniería Agronómica, Universidad Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 48, 30203 Cartagena. Murcia. Spain.

\*mariano.marcos@upct.es

#### **Abstract**

The use of legumes intercropping systems can play an important role both in the nutrient and organic matter cycles and in the biological activity of the soil. The results depend on the species chosen for the association. Organic crop management also tends to reduce the negative impact that intensive crops have. Thus, the objective of this study was to compare the effect of the association between fava bean (*Vicia faba* L.) and broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) on the moisture content, soil organic carbon (SOC) and nutrients in a crop cycle compared to monoculture crops. In associated crops, fertilization was also reduced by 30% compared to monoculture. The results showed that the association of fava bean with broccoli significantly increased the moisture content of the soil, the SOC and nutrients such as N, P, K, and Mg. For all these reasons, the use of legumes, in this case fava beans, seems a viable option to improve the quality and fertility of the soil, reducing the use of fertilizers, which leads to cost savings and an environmental benefit.

**Keywords:** soil quality; nutrients; broccoli; fava bean; intercropping.

#### **Resumen**

El uso de leguminosas en cultivos asociados hortícolas puede jugar un importante papel tanto en el ciclo de nutrientes como en el ciclo de la materia orgánica y la actividad biológica del suelo. Estos efectos dependen de las especies elegidas para la asociación. Un manejo orgánico de los cultivos también tiende a reducir el impacto negativo que tienen los cultivos intensivos. Así, el objetivo de este estudio fue comparar el efecto de la asociación entre haba (*Vicia faba* L.) y brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) sobre el contenido de humedad, el carbono orgánico del suelo (COS) y nutrientes en un ciclo de cultivo en comparación a los monocultivos de cada especie. En los cultivos asociados además se redujo la fertilización en un 30% con respecto al monocultivo. Los resultados mostraron que la asociación del haba con el brócoli incrementó significativamente el contenido de humedad del suelo, el COS y nutrientes como N, P, K y Mg. Por todo ello, el uso de las leguminosas, en este caso haba, parece una opción viable para mejorar la calidad y fertilidad del suelo, reduciendo el uso de fertilizantes, lo que conlleva a un ahorro en costes y un beneficio ambiental.

**Palabras clave:** asociación de cultivos; brócoli; haba, fertilidad; carbono orgánico.

### 1. INTRODUCCIÓN

Incluir leguminosas en cultivos asociados en horticultura puede ser una buena alternativa de diversificación de cultivos para el mantenimiento de la fertilidad del suelo, aumentar la biodiversidad (1,2), aumentar la materia orgánica del suelo y reducir el uso de fertilizantes nitrogenados, estando ello relacionado con menores emisiones de gases de efecto invernadero.

No obstante, la influencia de las leguminosas en la fertilidad del suelo se refleja normalmente después de un largo periodo de tiempo (3). La elección de la leguminosa, si el objetivo principal es mejorar la producción, se realizará de manera cuidadosa, ya que la especie elegida debe estar bien adaptada al tipo las propiedades del suelo, las condiciones climáticas o las prácticas de manejo elegido (4). El objetivo de este estudio es evaluar el efecto de la asociación realizada entre el haba y el brócoli sobre el contenido de humedad, el carbono orgánico del suelo (COS) y nutrientes en un ciclo de cultivo en comparación a los monocultivos de cada especie, utilizando tres patrones diferentes de asociación.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio fue llevado a cabo en Cartagena (Murcia), con clima Mediterráneo semiárido (temperatura media anual 18°C, precipitación media anual 275 mm). Se compararon los monocultivos de brócoli y de haba con diferentes asociaciones de entre el haba y el brócoli durante un primer ciclo de cultivo en 2018/2019. Las asociaciones estudiadas fueron: a) filas intercaladas 1:1 (brócoli:haba), donde se plantaron filas alternas de cada especie; b) filas intercaladas 2:1 (brócoli:haba) donde se plantaron 2 filas de brócoli y una con haba; y c) asociación en mezcla, donde se plantó en una misma fila brócoli y haba. En los cultivos asociados se redujo en un 30% la fertilización en comparación con los monocultivos. El suelo de estudio se clasifica como Haplic Calcisol (5) con una textura franco-arenosa y un pH medio de 8,34.

Cada sistema de cultivo contó con tres repeticiones, distribuidas aleatoriamente en parcelas de 120 m<sup>2</sup> (12 m x 10 m). La distancia entre plántulas dentro de una línea se hizo de manera diferente para el brócoli y para el haba, siendo para el brócoli de 20 cm a tresbolillo y de 40 cm para el haba. La densidad de las plantas fue de 2,5 plantas m<sup>-2</sup> y 3,3 plantas m<sup>-2</sup> para el brócoli y 1,3 y 0,8 para el haba en los sistemas de fila 1:1 y fila 2:1, respectivamente. En el sistema mixto, con 5 plantas de brócoli m<sup>-2</sup>, el haba se sembró en todas las hileras de brócoli entre dos plantas de brócoli, con una densidad de 2,5 plantas m<sup>-2</sup>. Las densidades en el monocultivo fueron de 5 y 2,5 plantas m<sup>-2</sup> para el brócoli y el haba respectivamente. La distancia entre filas fue de 1 m. Todos los cultivos se establecieron con riego por goteo y fertirrigación con fertilizantes ecológicos.

Se realizó un muestreo de suelo de 0-10 cm de profundidad al final de la cosecha (marzo 2019). Se tomaron tres muestras compuestas por parcela. Las muestras fueron secadas al aire durante 7 días, se pasaron por un tamiz <2mm y se almacenaron a temperatura ambiente. Para la determinación del carbono orgánico del suelo (COS) y el nitrógeno total (N) se usó un analizador elemental CHNS(O) (CHN 628, Leco); el fósforo disponible se determinó usando el método de Burriel-Hernando (6) y medido usando un ICP-MS (Agilent7500CE). La humedad se determinó gravimétricamente. Los cationes intercambiables se extrajeron usando BaCl<sub>2</sub> como sal intercambiadora (7) y medidos en ICP-MS (Agilent7500CE).

Para el tratamiento de los datos se usó el test de Kolmogórov-Smirnov para asegurar la distribución normal. Después se hizo un ANOVA de un factor para analizar diferencias significativas en los datos analizados entre los distintos sistemas de cultivo, con el análisis post hoc de Tukey's a  $p < 0,05$ . Las relaciones entre variables se estudiaron usando la correlación de Pearson. Los estudios estadísticos fueron realizados usando el software IBM SPSS para Windows versión 22.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El monocultivo de brócoli presentó valores significativamente más bajos de todas las propiedades edáficas estudiadas en comparación con las diversificaciones con haba (Fig. 1). La humedad del suelo ha aumentado significativamente en los sistemas diversificados en comparación con el monocultivo de brócoli. Este hecho puede deberse a que la incorporación de residuos ricos en nitrógeno, como los del haba, junto con la rizodeposición conjunta del brócoli, activan los microorganismos del suelo fomentando así humificación del carbono orgánico y la

agregación del suelo; como consecuencia de este proceso se produce un aumento de la humedad del suelo (8). Es importante remarcar que el COS se incrementó tanto en el monocultivo de haba como en las diversificaciones, remarcando la importancia de la leguminosa en el secuestro de carbono en el suelo. Se ha observado previamente que las leguminosas mediante fotosíntesis generan mucho carbono, el cual es el principal elemento de la rizo-deposición, que es muy activa en estas especies (2,9). Del mismo modo, el N sigue una tendencia similar al COS, evidenciando la eficiencia de la plantación de leguminosas para incrementar el N del suelo, aun reduciendo el aporte de fertilizantes externos, debido a procesos de fijación biológica de N. En el caso del P, se puede apreciar cómo se ha incrementado significativamente su concentración desde los 9,63 mg kg<sup>-1</sup> en el monocultivo de brócoli hasta los 41 mg kg<sup>-1</sup> que presentan los sistemas diversificados en fila 1:1 y 2:1. En este caso existen diferencias significativas entre los cultivos asociados y los monocultivos, tanto para brócoli como para haba. Este hecho indica que, aunque el haba con su rizosfera tan activa, y a través de la rizo-deposición es capaz de activar las poblaciones microbianas del suelo que incrementan la fijación de fósforo (2), por sí sola no ha sido capaz de solubilizar este nutriente esencial, y ha sido la interacción entre el brócoli y el haba la que ha activado microorganismos solubilizadores del P.

#### 4. CONCLUSIONES

El uso del haba como cultivo asociado al brócoli aplicando prácticas de manejo orgánicas ha conducido a una mejora significativa de las propiedades del suelo, incluyendo el contenido de nutrientes, a pesar de ir asociado a una disminución en el uso de los fertilizantes. Por tanto, la asociación de las dos especies ha debido contribuir a una activación de microorganismos beneficiosos del suelo como consecuencia de una activa rizo-deposición lo que conlleva a un ahorro en costes y un beneficio ambiental. No obstante, Son necesarios más ciclos de cultivo para confirmar esta tendencia.

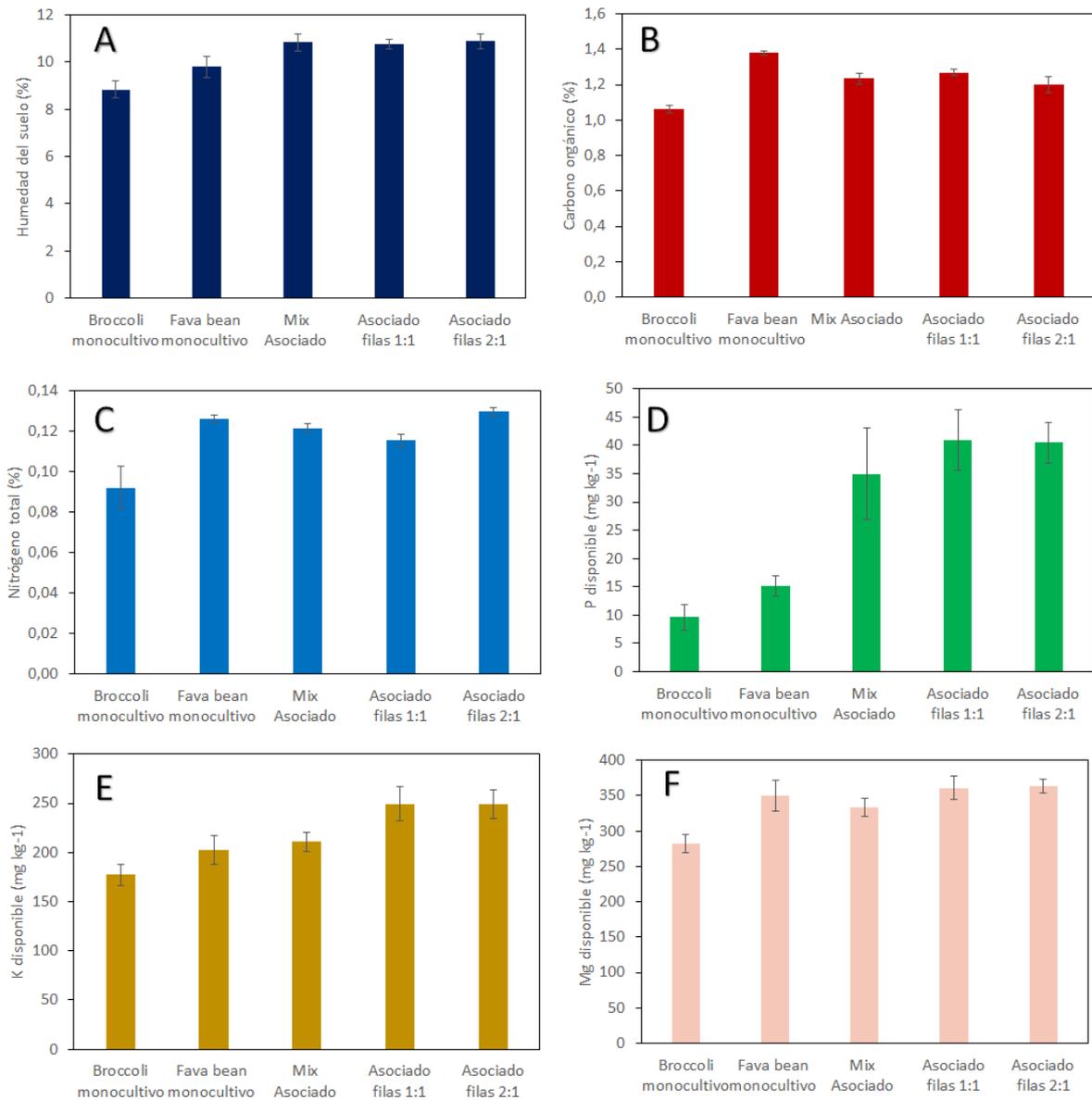
#### 5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades del Gobierno de España a través del proyecto AsociaHortus [AGL2017-83975-R]. Mariano Marcos agradece al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades del Gobierno de España el apoyo económico a través del Programa “Ayudas para contratos predoctorales para la formación de doctores 2018” [PRE2018-085702].

#### 6. REFERENCIAS

1. Khan DF, Peoples MB, Schwenke GD, Felton WL, Chen D, Herridge DF. Effects of below-ground nitrogen on N balances of field-grown fababean, chickpea, and barley. *Aust J Agric Res*. 2003;54(4):333-40.
2. Sánchez-Navarro V, Zornoza R, Faz Á, Fernández JA. Comparison of soil organic carbon pools, microbial activity and crop yield and quality in two vegetable multiple cropping systems under mediterranean conditions. *Sci Hort* (Amsterdam) [Internet]. 2020;261(October 2019):109025. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109025>
3. Kirkegaard JA, Ryan MH. Magnitude and mechanisms of persistent crop sequence effects on wheat. *F Crop Res* [Internet]. 2014;164(1):154-65. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2014.05.005>
4. Peoples MB, Brockwell J, Herridge DF, Rochester IJ, Alves BJR, Urquiaga S, et al. The contributions of nitrogen-fixing crop legumes to the productivity of agricultural systems. *Symbiosis*. 2009;48(1-3):1-17.
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Reference Base for Soil Resources 2014: International soil classification systems for naming soils and creating legends for soil maps (Update 2015) [Internet]. World Soil Resources Reports No. 106. 2014. 193 p. Available from: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/soil-classification/world-reference-base/en/>
6. Almendro Candel M, Navarro Pedreño J, Jordán Vidal M, Gómez Lucas I. Movilidad y biodisponibilidad del fósforo en un antrosol del sureste español (Alicante) enmendado con lodo de depuradora. *Edafología*. 2003;10(1):7-14.
7. Muñoz A.L. El intercambio iónico en suelos calizos. *An la Univ Murcia Ciencias*. 1968.

8. Kuzyakov Y. Priming effects: Interactions between living and dead organic matter. *Soil Biol Biochem.* 2010;42(9):1363-71.
9. Amalero EG, Ingua GL, Erta GB, Emaineau PL. Review article Methods for studying root colonization by introduced. *Agronomie.* 2003;23:407-18.



**Figura 1.** Humedad del suelo (A), carbono orgánico (B), nitrógeno total (C), fósforo disponible (D) potasio disponible (E) y magnesio disponible (F). Las barras verticales representan el error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas entre medias ( $p < 0,05$ ).