

## Influencia de distintos manejos del suelo sobre la actividad edáfica, la materia orgánica y la producción de una finca de ciruelo ecológico en el área mediterránea

C. Chocano <sup>(1)</sup>, T. Hernández <sup>(1)</sup>, D. González <sup>(2)</sup>, J. Melgares de Aguilar <sup>(2)</sup>, C. García <sup>(1)</sup>

<sup>1</sup> CEBAS. CSIC. Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura. Apartado 164. 30.100, Espinardo, Murcia. cchocano@cebas.csic.es

<sup>2</sup> Consejería de Agricultura y Agua. Plaza Juan XXIII s/n. 30.071 Murcia.

### RESUMEN

El objetivo de este estudio es analizar la influencia de distintos manejos orgánicos del suelo sobre la fertilidad del mismo, su actividad biológica y la producción en una finca de ciruelo ecológico situada en la cuenca mediterránea. Los tratamientos realizados han sido cuatro. La reincorporación al suelo de la vegetación espontánea y restos de poda triturados, el aporte de compost, el aporte de un biofertilizante y la siembra de abono verde mezcla de leguminosa y gramínea. Se han analizado parámetros relacionados con la materia orgánica del suelo (carbono orgánico total), la vida microbiana (carbono de la biomasa y respiración) y un parámetro agronómico (producción de ciruela). Los resultados confirman que es una finca autosuficiente que conserva e incrementa su fertilidad, siendo las parcelas con aporte de compost las que obtienen un mayor contenido en materia orgánica de calidad que proporciona una mayor actividad microbiana edáfica; así como una mayor producción de los árboles; mientras que con el abono verde se estimula enormemente la vida microbiana aunque la producción de ciruela se resiente.

**Palabras clave:** compost ecológico; abono verde, *Azospirillum brasilense*; actividad microbiana; autosuficiencia

### 1. Introducción

Una cierta proporción de la materia orgánica del suelo se mineraliza cada año, esta mineralización se acelera en la zona mediterránea debido a las condiciones climáticas (temperatura, humedad) y a la excesiva aireación del suelo causada por el laboreo. Esta cantidad que se pierde debería ser compensada por el retorno de nueva materia orgánica.

Aún sigue siendo incierto hasta que punto el suelo agrícola en una finca ecológica puede ser más o menos dependiente de los insumos orgánicos exógenos, y cual es su capacidad de auto-suficiencia en el mantenimiento del equilibrio de la biomasa, es decir el equilibrio entre la salida representada como la productividad de los cultivos y la entrada o reincorporación de los residuos orgánicos.

Hay poca información disponible sobre estudios comparativos de la productividad de un cultivo y la calidad del suelo dentro de las diferentes prácticas orgánicas [1]; mientras que abundan los estudios e investigaciones asociados con las

diferencias entre prácticas convencionales y ecológicas [2,3].

Ya se sabe que la aplicación de materia orgánica compostada al suelo proporciona unos efectos positivos sobre la calidad del suelo, en sus características físicas, químicas, microbiológicas, así como en la nutrición de las plantas [4]; así mismo, algunos autores [5] afirman que algunos biofertilizantes pueden ser sustitutivos de la fertilización convencional soluble sin que se produzcan mermas en la producción y con una reducción notable en el nivel de nitratos en suelo y planta; aunque otros [6] restringen los efectos beneficiosos de ciertas rizobacterias y hongos micorrízicos a las propiedades del suelo sin diferencias significativas en las producciones.

El uso del abono verde se considera una importante técnica agronómica en cultivos mediterráneos para mejorar la calidad del suelo y la producción de cultivos [7]. Son conocidos los beneficios del abono verde: la reducción de la dependencia de los fertilizantes minerales y el mantenimiento de la materia orgánica en el suelo para proporcionar nutrientes para el crecimiento

vegetal [8] y el aumento del tamaño y la actividad de las comunidades microbianas del suelo [9].

Por esto, el principal objetivo de este trabajo es estudiar la influencia de distintos manejos orgánicos del suelo, propuestos por las normas de agricultura ecológica, sobre la producción del ciruelo y la repercusión en la calidad y la materia orgánica del suelo medida a través de indicadores microbiológicos. Estos efectos se han estudiado durante seis años

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Area de estudio

El estudio se ha realizado entre los años 2008 y 2013 en Cieza, Murcia (España); en una finca de agricultura ecológica desde el 2002 situada en la orilla del río Segura. El cultivo es ciruelo variedad Santa Rosa y polinizadores Golden Japan, árboles de diez años en el inicio del ensayo y marco de plantación 4x4. Por ser zona de riego tradicional se riega a manta. El suelo es Fluvisol-calcárico con una textura franco arenosa gruesa y un contenido en materia orgánica al inicio del ensayo de 0,95%. El clima es semiárido mediterráneo.

### 2.2 Diseño experimental y tratamientos

Las parcelas experimentales son de 256 m<sup>2</sup> (16 árboles), con tres bloques y los tratamientos distribuidos al azar: i) incorporación al suelo, mediante una labor de cultivador, de la vegetación espontánea, hojas, hierbas y restos de poda triturados (sobre 9-10 kg madera/árbol y año). (Spontaneous vegetation: SV); ii) aplicación anual de un biofertilizante comercial granulado compuesto de una mezcla de *Azospirillum brasilense* y *Pantoea dispersa*, en febrero, 30- 40 días antes de la floración y dosis de 0,75 kg/árbol. (Biofertilizer: B); iii) aporte anual de 32 kg/árbol de compost ecológico de oveja. (Compost: C) aplicado en noviembre y enterrado superficialmente con una labor de cultivador y iv) siembra anual de abono verde (60% gramínea, 40% leguminosa) y dosis de siembra 120 kg/ha. La siembra se realiza después de las primeras lluvias de otoño, octubre o noviembre y se siega en primavera, al inicio de la floración, abril o mayo, y se incorpora al suelo con una labor con cultivador (Green manure: GM).

### 2.3 Parámetros analizados

Se han realizado muestreos del suelo a una profundidad de 0-25 cm y en la zona radicular del árbol, en el mes de julio, y las muestras se pasaron por un tamiz de 2 mm antes de analizar.

El C orgánico total (TOC) se determina mediante oxidación con K<sub>2</sub>CrO<sub>7</sub> en medio ácido y valoración del exceso de dicromato con (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>. El C de Biomasa microbiana (MBC) fue determinado por el método de fumigación-extracción (Vance et al., 1987, modificado por Widmer et al., 1989) usando un analizador automático (Shimadzu TOC5050A Total Organic Carbon Analyzer) para la determinación del C extraído con K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. La respiración del suelo fue determinada usando 15 g de suelo, humedecido al 65% de su capacidad de campo, en frascos cerrados herméticamente, bajo incubación de 30 días a 28 °C. El CO<sub>2</sub> producido fue medido periódicamente usando un analizador de gases infrarrojo (Toray PG-100, Toray Engineering Co. Ltd., Japan) y la producción de ciruelas (kg/árbol) se determinó en la época de cosecha (2 cortes a mediados y finales de junio) en 24 árboles, los 8 árboles centrales de cada bloque.

Todos los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis estadístico de la varianza de una vía (ANOVA), realizado con el programa informático STATGRAPH PLUS y utilizándose el test LSD con un nivel de confianza del 95% para la diferenciación entre medias.

## 3. Resultados y Discusión

Los valores del carbono orgánico total (TOC) muestran un ascenso paulatino durante los seis años del ensayo (Fig. 1) siendo el mayor incremento con el aporte del compost seguido del abono verde. Ambos tratamientos incorporan al suelo materia orgánica y proporcionan diferencias significativas con respecto al biofertilizante y a la vegetación espontánea (Tabla 1). Considerando que la materia orgánica del suelo contiene alrededor de un 58% de carbono [10] podemos afirmar que en las parcelas con compost la materia orgánica ha aumentado del 1,1% en 2008 al 3,9% en 2013 y en las parcelas de vegetación espontánea del 0,95% al 2,12%. En todos los tratamientos el balance entre la salida y la entrada de biomasa resulta positiva.

Los datos del carbono de la biomasa (Fig. 2) nos dan la magnitud de la población microbiana presente en el suelo. Al inicio y en los últimos años el C biomasa es significativamente mayor con los aportes de compost; debido posiblemente a la estimulación de la población microbiana existente y la aportada por la propia enmienda orgánica [11]; sin embargo algunos años el abono verde y el biofertilizante han dado mayores valores que el compost, quizás por un

mayor incremento del carbono orgánico lábil fácilmente utilizable por los microorganismos. Si queremos saber que parte de esa biomasa microbiana está activa recurrimos al parámetro de la respiración basal (Fig. 3) que se encuentra correlacionado con el C biomasa [12] cuando se realizan enmiendas orgánicas al suelo. Los valores son siempre mayores y con diferencias significativas en las parcelas con compost, seguidas de las parcelas de abono verde.

Si analizamos los resultados de producción del cultivo (Fig. 4) encontramos diferencias en las producciones según los años debido a condiciones climáticas adversas (granizo, sobre todo). Aunque normalmente las mayores producciones se obtienen con el aporte de compost, algunos años (2010 y 2011) es con el simple aporte de la vegetación espontánea cuando obtenemos el mayor rendimiento del árbol. Esto puede ser debido a que con el resto de manejos orgánicos estimulamos más la población microbiana edáfica que puede causar alguna competencia por los nutrientes con el árbol. Si tomamos la producción acumulada en los seis años (Tabla 2) vemos que los mayores valores se obtienen con el aporte de compost; con un incremento del 12,5% con respecto a la producción más baja (parcelas de abono verde) y seguido por el biofertilizante; [13] también observaron el aumento de la biomasa y la cosecha de grano en sorgo con la biofertilización con *Azospirillum*.

#### 4. Conclusiones

Podemos concluir que la finca ecológica de ciruelo de este ensayo tiene capacidad de auto-suficiencia en el mantenimiento del equilibrio de su biomasa. El manejo orgánico realizado en todos los tratamientos conserva e incrementa la fertilidad del suelo, siendo las parcelas con aporte de compost las que obtienen un mayor contenido en materia orgánica de calidad que proporciona una mayor población y actividad microbiana edáfica; así como una mayor producción de los árboles; mientras que con el abono verde se estimula enormemente la vida microbiana aunque la producción de ciruela se resiente.

#### 5. Agradecimientos

Los autores desean agradecer a D. Felipe González Marín, dueño del cultivo de ciruelo ecológico, su amable ofrecimiento para realizar este proyecto en su finca.

#### 6. Referencias bibliográficas

- [1] Veum K.S., Goynes K.W., Holan S.H., Motavalli P.P. 2011. Assessment of soil organic carbon and total nitrogen under conservation management practices in the Central Claypan Region, Missouri, USA. *Geoderma*. 167-168: 188-196
- [2] Aranda V., Ayora-Cañada M.J., Domínguez Vidal A., Martín-García J.M., Calero J., Delgado R., Verdejo T., González-Vila F.J. 2011. Effect of soil type and management (organic vs conventional) on soil organic matter quality in olive groves in a semi-arid environment in Sierra Mágina Natural Park (S Spain). *Geoderma*. 164: 54-63
- [3] Araujo A.S.F., Santos V.B., Monteiro R.T.R. 2008. Responses of soil microbial biomass and activity for practices of organic and conventional farming systems in Piauí state, Brazil. *Eur J Soil Biol*. 44: 225-230
- [4] Baldi E., Toselli M., Marcolini G., Quartieri M., Cirillo E., Innocenti A., Marangoni B. 2010. Compost can successfully replace mineral fertilizers in the nutrient management of commercial peach orchard. *Soil Use Manage*. 26: 346-353
- [5] Fernando A.L., Villaverde M., Nicolás J.A., García-Gómez A., Malo A. 2008. *Pantoea dispersa*; rhizobacteria promotora del crecimiento vegetal. Actas del VIII Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Bullas (Murcia (Spain))
- [6] Kholer J.V., Caravaca F., Pascual J., Roldán A. 2008. Efecto de la inoculación de rizobacterias promotoras del crecimiento (PGPR) y hongos micorrízicos en plantas de lechuga sobre el crecimiento y la calidad del suelo. Actas del VIII Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Bullas (Murcia (Spain))
- [7] Mancinelli R., Marinari S., Di Felice V., Savin M.C., Campiglia E. 2013. Soil property, CO<sub>2</sub> emission and aridity index as agroecological indicators to assess the mineralization of cover crop green manure in a Mediterranean environment. *Ecol Indic*. 34: 31-40
- [8] Yadav R.L., Dwivedi B.S., Pandey P.S. 2000. Rice-wheat cropping system: assessment of sustainability under green manuring and chemical fertilizer inputs. *Field Crops Res*. 65: 15-30
- [9] Tejada M., González J.L., García-Martínez A.M., Parrado J. 2008. Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. *Bioresour Technol*. 99: 1758-1767

[10] Labrador J. 2002. La materia orgánica en los agrosistemas. Ediciones Mundi-Prensa

[11] Ros M., Hernández M.T., García C. 2003. Soil microbial activity after restoration of a semiarid soil by organic amendments. Soil Biol Biochem. 35: 463-469

[12] Bastida F., Moreno J.L., Hernández M.T., García C. 2007. The long-term effects of the management of a forest soil on its carbon content, microbial biomass and activity under a semi-arid climate. Appl Soil Ecol. 37: 53-62

[13] García-Olivares J.G., Moreno-Medina V.R., Rodríguez-Luna I.C., Mendoza-Herrera A., Mayek-Perez N. 2006. Biofertilización con Azospirillum brasilense en sorgo en el norte de México. Agricultura Técnica en México. 32 (2): 135-141

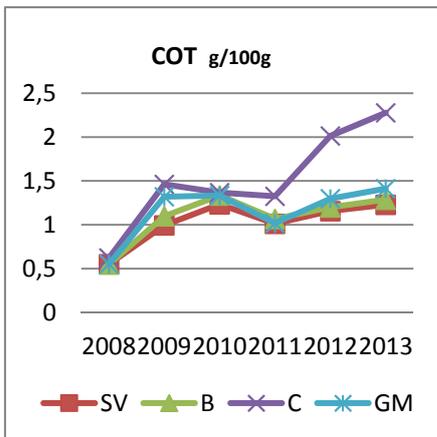
**Tablas y Figuras**

**Tabla 1. Carbono orgánico total (g/100g)**

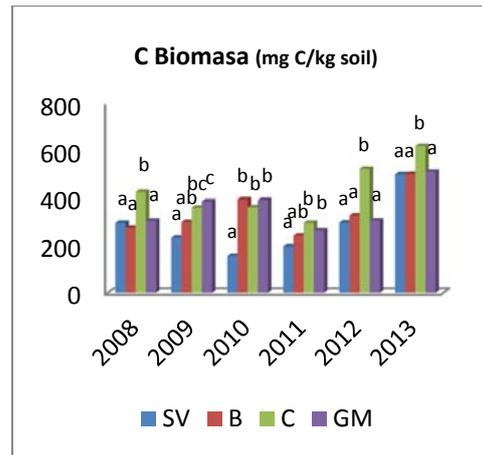
	2008	2009	2010	2011	2012	2013
SV	0,552 a	0,993 a	1,233 a	1,012a	1,155 a	1,229 a
B	0,548 a	1,098 a	1,333 a	1,066a b	1,200 a	1,287 a
C	0,622 a	1,462 c	1,367 a	1,324b	2,013 b	2,276 b
G M	0,551 a	1,320 b	1,333 a	1,017a	1,298 a	1,413 a

**Tabla 2. Producción acumulada (kg/árbol)**

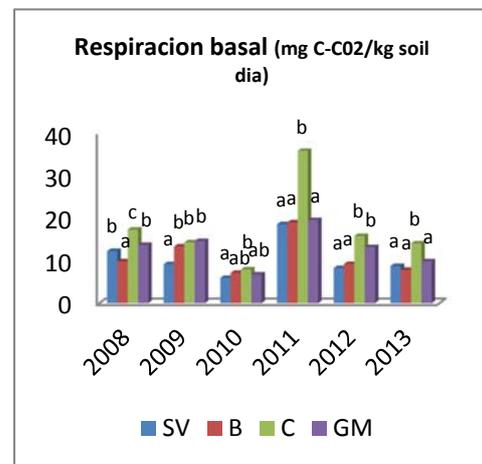
Producc acumulada	kg/árbol
SV	33,27ab
B	33,48ab
C	36,56b
GM	32,51a



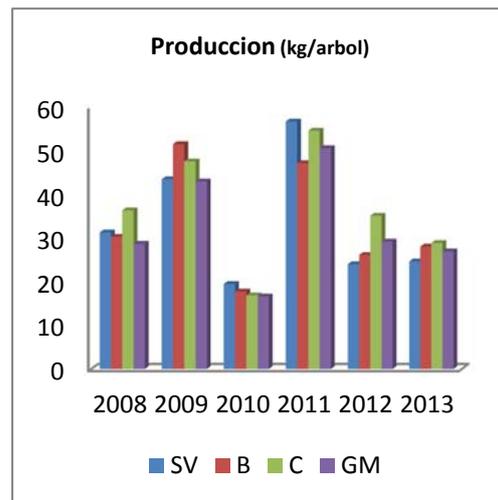
**Figura 1. Evolución del Carbono orgánico total**



**Figura 2. Carbono de la biomasa microbiana**



**Figura 3. Respiración basal**



**Figura 4. Evolución de la producción**