

Año: 2023

Título Tesis Doctoral: Manejo de una rotación de cultivos hortícolas bajo cubierta con abonos verdes. Estudio del efecto sobre la biología del suelo.

Doctorando/a: Carlos García-Villarrubia Bernabé

Director/es de la tesis: Dr. José Antonio López Pérez, Dra. Marta María Moreno Valencia.

Universidad, fecha de lectura y calificación: Universidad de Castilla-La Mancha, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Ciudad Real. 26/10/2023, Sobresaliente Cum Laude.

RESUMEN:

En la actualidad los cultivos hortícolas de invernadero requieren altas inversiones en infraestructuras, cultivándose en ellos un reducido número de especies y cultivares de gran rentabilidad. La repetición de cultivos y el empleo de insumos afecta en gran medida a la biología del suelo, alterando las comunidades de microorganismos que lo conforman, reduciendo la biodiversidad y promoviendo el desarrollo de patógenos como *Meloidogyne incognita* causantes de graves perjuicios económicos al sector.

Para solucionar estos problemas, tradicionalmente se han empleado fitosanitarios de síntesis y prácticas agronómicas dirigidas a esterilizar en mayor o menor medida el suelo, eliminando tanto al patógeno como al resto de microorganismos útiles presentes en el mismo. Otras vías han sido el empleo de material genético resistente o tolerante a determinadas especies y razas de patógenos, que pierden efectividad ante la aparición de razas más virulentas que avanzan más rápidamente que la biotecnología y el desarrollo de nuevas resistencias.

En este contexto, la presente investigación pretende retomar las prácticas del abonado en verde y la rotación de cultivos bajo cubierta, y a través de su uso, reducir patógenos tales como los nematodos, recuperar la actividad biológica, mejorar las propiedades del suelo y, paralelamente, además reducir el empleo de insumos de origen petroquímico, buscando un modelo de agricultura más sostenible.

Para ello, se han escogido cinco especies de abonos verdes con diferentes propiedades mejorantes del suelo, en comparación con la aplicación de un abonado tradicional vía fertirriego, en una rotación con pepino corto tipo español y posteriormente acelga, habitual en los invernaderos de la zona centro peninsular. Las especies de abonos verdes ensayados fueron *Camelina sativa* L. cv. Beemelina (CS), *Raphanus sativus* L. Domin. cv. Melody (RS), *Pisum sativum* L. cv. Viriato (PS), *Brassica carinata* A. Braun. cv. Eleven (BC) y *Tagetes patula* L. cv. Helen (TP), en siembra de finales de verano, para incorporar su biomasa y tras un periodo de biodesinfección durante tres campañas sucesivas. El diseño experimental contó con cuatro repeticiones distribuidas al azar, de cada uno de los seis tratamientos estudiados (cinco abonos verdes y un Control, C, sin abono verde). El conjunto de abonos verdes mostró buena adaptación a la fecha de siembra, si bien el abono verde de RS mostró tanto la mejor adaptación a las condiciones climáticas como el mayor rendimiento de biomasa.

El cultivo de acelga experimentó un notable adelanto en su ciclo, necesitando la mitad de días de cultivo para alcanzar el rendimiento del año previo a la introducción de los abonos verdes en la

rotación. En general, el rendimiento de pepino experimentó un acusado descenso tras el primer periodo de abonado en verde, para recuperarse con la sucesión de campañas, e incluso superar ese rendimiento en el caso de BC. Así mismo, las producciones obtenidas de ambos cultivos fueron de buena calidad, atendiendo a diversos parámetros morfológicos y nutricionales.

La biodesinfección generada por la incorporación de la biomasa ocasionó una reducción del daño radicular provocado por *M. incognita* en la última etapa del experimento, tras verse incrementado el índice de nodulación en los primeros periodos, destacando los abonos verdes CS y PS como los más eficaces.

En cuanto al balance de nutrientes, fue deficitario en nitrógeno salvo para TP y PS y para el conjunto de tratamientos en el caso de potasio. La relación C/N aumentó para CS, RS y BC, BC restituyó el suelo a las condiciones iniciales de compactación, mostrando el Control sin abono verde el peor comportamiento, también en algunos parámetros hídricos.

Se encontró presencia mayoritaria de todos los grupos tróficos en los primeros 20 cm de profundidad, aumentando todos los grupos, frente a la situación inicial, siendo el grupo de fitoparásitos el de menor incremento.

Todos los tratamientos aplicados aumentaron el número de bacterívoros, siendo este aumento considerablemente inferior en Control. La presencia de fungívoros, indicadores de estabilidad en la red trófica, fue mayor en CS y BC, y su distribución incluyó capas más profundas (0-40 cm).

En general, los índices de madurez relacionados con la estabilidad del sistema edáfico vieron incrementados sus valores al final del experimento. El índice de fitoparásitos obtuvo un valor final similar al del inicio de experimento, después de haber sido más elevado en muestreos intermedios. En cuanto al efecto producido por los tratamientos, TP y Control desencadenaron una menor actividad de la microbiota. La biomasa total de nematodos varió en las dos profundidades, destacando RS y BC en el horizonte 0-20 cm y RS a capas más profundas, siendo éste el abono verde que mostró mayor actividad biológica.

Todos los valores de huella metabólica, que reflejan biomasa, respiración, y por lo tanto, fijación de carbono, experimentaron un incremento (huella compuesta, de enriquecimiento, de bacterívoros y fungívoros) salvo la de fitoparásitos, que aumentaron puntualmente a lo largo del experimento para, finalmente, disminuir. Los distintos tratamientos aplicados actuaron de manera similar en las huellas, correspondiendo los valores más bajos a Control y TP y los valores más altos a RS y BC. Se pudo constatar que las comunidades de nematodos vieron incrementado su desarrollo, pudiendo reflejar que tras la incorporación de estos abonos verdes, se produjo una mayor actividad de la microbiota edáfica.