

Agroindustrial composts aimed at improving the quality of horticultural crops and inducing resistance to phytopathogens. Study of the biological mechanisms involved

Composts agroindustriales dirigidos a la mejora de la calidad de cultivos hortícolas e inducción de resistencia a fitopatógenos. Estudio de los mecanismos biológicos implicados

A. Hernández*, M. Ros, J.A. Pascual

Centro de Edafología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC), Campus Universitario de Espinardo, 30100, Murcia. Spain

*aliciahernandezlara@gmail.com

Abstract

In this Doctoral Thesis will be demonstrated the benefits of the use of agroindustrial compost as biofertilizer and inducer of healthy properties in the cultivation of lettuce and spinach baby-leaf to be used as minimally processed food in fresh (MPF); they will be also studied as biopesticide against different plant pathogens within a sustainable intensive agriculture. Some organic materials will be used as "BASE" of composting to which they will be implemented by other organic residues or by-products to obtain compost and its extract; thus on the one hand, it will have biofertilizing and inducing properties of healthy properties and, on the other hand, suppressive activity against important plant pathogens affecting lettuce (*Pythium irregulare*) and spinach (*Peronospora farinosa*). For this study, bioassays will be assayed in controlled conditions, in which a battery of "omics" techniques will be applied in order to determine the cause-effect relationship existing in the composts that determine an improvement in the growth and disease control.

Keywords: soil; suppressiveness; healthy products; spinach; lettuce; compost.

Resumen

En esta Tesis Doctoral se demostrará los beneficios que tiene el uso de compost agroindustriales diseñados para tener propiedades biofertilizantes e inductor de propiedades saludables en cultivos hortícolas como la lechuga y espinaca baby-leaf mínimamente procesados en fresco (MPF), así como biopesticida frente a diferentes fitopatógenos de dichos cultivos dentro de una agricultura sostenible. Se emplearán diversos residuos orgánicos que tras un proceso de compostaje dirigido, darán lugar a compost que podrán tener efectos beneficiosos en el crecimiento de las plantas, tales como biofertilizante, así como control de enfermedades de planta tales como *Pythium irregulare* en lechuga o *Peronospora farinosa* en espinaca. Para este estudio, se emplearán bioensayos en condiciones controladas, en los que se aplicaran diferentes técnicas moleculares y "ómicas" con el objeto de poder determinar la relación causa-efecto

existente en los composts que determinan una mejora en el crecimiento y control de enfermedades.

Palabras clave: suelo; supresividad; compuestos saludables; espinaca; lechuga.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de compost conlleva innumerables beneficios convirtiendo “residuos o subproductos” en un “recurso” que puede ser aprovechado tanto en la mejora de la calidad del suelo como en la producción de los cultivos vegetales [1,2]. Algunos composts poseen valores añadidos como es el carácter supresivo que presentan frente a diferentes patógenos [3] y/o un efecto biofertilizante y bioestimulante capaz de promover no sólo el crecimiento vegetal, sino potenciar el aumento de componentes biológicamente activos en vegetales/frutas que aporten beneficio para la salud o efectos fisiológicos deseables [4]. Estas propiedades de valor añadido (biofertilizante, bioestimulante y biopesticida) pueden ser incorporadas a los compost mediante el empleo de componentes concretos incorporados durante el proceso [5].

Los vegetales mínimamente procesados en fresco (MPF) son una serie de alimentos que han tenido un rápido desarrollo en pocos años. Se trata de productos acondicionados para su consumo directo, que se conservan refrigerados y envasados en atmósferas modificadas. Se busca que sus propiedades nutritivas y organolépticas tengan pocos cambios respecto al vegetal original. La utilización de compost o extractos de compost en la producción de este tipo de hortalizas de hoja puede favorecer no solo la producción del cultivo sino la calidad del mismo.

La producción de plantas se puede ver afectada por enfermedades que afectan al crecimiento y la calidad del cultivo. La incidencia por ejemplo de *Pythium irregulare*-lechuga o *Peronospora farinosa* en espinaca provoca daños irreparables en las plantas.

Para el control de estas enfermedades se utilizan principalmente fungicidas. Debido a la restricción en el uso de estos, su producción en España se está dificultando comparada con otros países, siendo necesario el apostar por alternativas que sustituyan o reduzcan el uso de estos fungicidas mediante el uso de compost/ extractos supresivos como enmienda orgánica de suelo o sustratos de cultivo, unido a unos manejos agrarios sostenibles

El estudio en profundidad de los mecanismos de supresión de los composts, nos puede y debe ayudar a realizar un manejo más sostenible de los mismos, ya que la mayoría de las veces son varios mecanismos los responsables de la supresión de los composts/extractos/suelos. a) competición por carbón y nutrientes; b) producción de antibióticos y compuestos fitotóxicos; c) hiperparasitismo o eliminación de patógenos mediante liberación de enzimas líticas; d) mejora de estado nutricional de la planta y nutrientes; e) inducción de resistencia en la planta. Se ha demostrado que las plantas pueden ser sometidas a una activación más eficiente de su capacidad defensiva (priming), el cual puede ser inducido por estímulos de patógenos, de microbios beneficiosos, e incluso de compuestos naturales o sintéticos, que podrían estar incluidos en los composts. Para el estudio de los mecanismos que inducen este tipo de beneficio en la planta existe la necesidad de profundizar en el conocimiento, aprovechándonos de la información que arrojan las técnicas ómicas (metagenómica, metatranscriptómica, metabolómica); siendo de especial relevancia su estudio a nivel de rizosfera, raíz y parte aérea [6].

El objetivo general de la Tesis Doctoral es obtener compost con capacidad biocontrol y bioestimulante en cultivos hortícolas y estudiar en profundidad los mecanismos de supresión, mediante aproximación de técnicas moleculares y ómicas, las cuales nos permitirán discernir la relación causa-efecto existente en los composts que determinan una mejora en el crecimiento y control de enfermedades permitiendo un manejo agrícola más sostenible.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la consecución de los objetivos se realizará un proceso de compostaje dirigido a partir de diferentes materiales de partida que previamente han mostrado determinado interés; de modo tal que se obtendrá composts/extractos bioestimulantes, biofertilizantes y supresivo frente a patógenos de suelo como por ej. *Pythium irregulare-lechuga* o *Peronospora farinosa-espinaca*.

Una vez obtenidos diferentes combinaciones de composts, se realizará ensayos de bioestimulación y supresividad, seleccionando aquellos que muestren una mejor capacidad. A partir de estos bioensayos, se procederá a profundizar en el conocimiento de las causas y/o mecanismos responsables de estos efectos mediante diferentes técnicas de análisis de expresión de genes relacionados con la inducción de resistencia sistémica y adquirida, medidas de actividades enzimáticas y “ómicas” como la metagenómica, transcriptómica y metabolómica”.

3. RESULTADOS ESPERADOS

Se prevé obtener compost y extractos de composts supresivos frente a patógenos como *P. irregulare/lechuga* o *P. farinosa/ espinaca*, y conocer en profundidad que mecanismo/s tienen mayor peso dentro de los procesos de supresión y quien o quienes son los responsables o porque de la mejora de las cualidades saludables de las plantas para enmarcarlo dentro de un uso sostenible en la agricultura. Para ello se emplearán técnicas de última generación denominadas ómicas, que permitirá realizar análisis de trazabilidad de los potenciales mecanismos desde el compost hasta la parte aérea de la planta.

Se realizarán bioensayos donde se utilizarán los composts o sus extractos como sustrato de cultivo a los que a una parte se le habrá infectado con los fitopatógenos y la otra parte se quedará como control. Durante la germinación y crecimiento de lechuga y espinaca, se tomarán muestras destructivas de rizosfera, parte aérea y raíz, las cuales serán analizadas mediante las diferentes técnicas ómicas. De esta manera se podrá disponer de información necesaria para poder discernir los atributos presentes en los composts que son capaces de inducir efectos beneficiosos y biopesticida en los cultivos.

Mediante la metagenómica se esperará encontrar diferencias estructurales en la microbiota. Determinaremos que composts son capaces de inducir resistencia a diferentes enfermedades según la microbiota que encontremos. Y, por último, las técnicas metabolómicas a emplear nos deben de corroborar los resultados anteriores, encontrando metabolitos relacionados con los efectos que veamos con el resto de técnicas en estudio.

Este tipo de técnicas generará una elevada cantidad de información, la cual deberá ser tratada con técnicas de tratamientos de datos “big data” que implicará el empleo de técnicas bioinformáticas y estadísticas de última generación, las cuales nos permitirá correlacionar toda la información recogida con los efectos sobre la respuesta de la planta, en cuanto a crecimiento, capacidad de adaptarse a condiciones de presión de patógeno, estado nutricional, etc.

4. CONCLUSIONES

Tras el estudio realizado en este trabajo, se podrá obtener un protocolo de desarrollo de compost supresivo y/o bioestimulante para su uso como sustrato de cultivo en plantas hortícolas como la lechuga o la espinaca que mejore su capacidad bioestimulante y muestre un efecto biocontrol frente a los patógenos de planta. Y para ello, se habrá tenido que profundizar en el conocimiento de los mecanismos responsables de la supresión y del efecto bioestimulante en la planta para realizar un uso adecuado mejorando con ello el medioambiente dentro del marco de una agricultura sostenible.

5. AGRADECIMIENTOS

Al Ministerio de Economía, Industria y Competitividad por la financiación recibida para llevar a cabo el proyecto AGL 2017-84085-C3-1-R

6. REFERENCIAS

- [1] Ros M., Pascual J.A., García C., Hernández M.T., Insam H. 2006. Hydrolase activities, microbial biomass and bacterial community in a soil after long-term amendment with different compost, *Soil Biol Biochem.* 38 (12): 3443-3452.
- [2] Ros M., García C., Hernández M.T. 2007. Evaluation of different pig slurry compost as fertilizer of horticultural crops: effects on selected chemical and microbial properties. *Renew Agr Food Syst.* 22 (4): 307-315.
- [3] Hadar Y., Papadopoulou K. 2012. Suppressive Composts: Microbial Ecology Links Between Abiotic Environments and Healthy Plants. *Annu Rev Phytopathol.* 50: 133-153.
- [4] Serafini M., Bugianesi R., Salucci M., Azzini E., Raguzzini A., Maiani G. 2002. Effect of acute ingestion of fresh and stores lettuce (*Latuca sativa*) on plasma total antioxidant capacity and antioxidant levels in human subjects. *Brit. J. Nutr.* 88 (6): 615-623.
- [5] Bernal-Vicente A., Ros M., Pascual. 2012. Inoculation of *Trechoderma harzianum* during maturation of vineyard waste compost to control muskmelon *Fusarium* wilt. *Bioresources.* 7 (2): 1948-1960.
- [6] Blaya J., Marhuenda F. C., Pascual J.A., Ros M. 2016. Microbiota Characterization of Compost Using Omics Approaches Opens New Perspectives for *Phytophthora* Root Rot Control. *Plos One.* DOI: 10.1371/journal.pone.0158048