LITORALPRESS

Fecha: 11-05-2021
Medio: Revista Redagrícola
Supl. : Revista Redagrícola
Tipo: Actualidad
Título: MICROORGANISMOS DETERMINANTES PARA MANTENER UN 'SUELO VIVO'

Pág. : 18
Cm2: 690,1
VPE: $ 1.289.069

Tiraje: 9.000
Lectoría: 18.000
Favorabilidad: No Definida

MICROORGANISMOS DETERMINANTES PARA MANTENER UN 'SUELO VIVO'

La interacción entre la vida del suelo y los cultivos agrícolas no está del todo comprendida, aunque sí se conoce que el impacto de esa vida subterránea sobre los rendimientos productivos es sorprendente. Hay microrganismos que movilizan nutrientes, otros tienen la capacidad de mejorar la tolerancia de las plantas al estrés abiótico y hay algunos que combaten patógenos.

Las plantas sanas crecen y se expresan mejor en un suelo de calidad, sano y equilibrado; cuyos cuatro componentes principales son la parte mineral (entre el 40 y 50%), agua (25%), aire (25%) y materia orgánica (entre el 0,5 y 5%, aunque hay suelos en que el porcentaje de materia orgánica llega a un 30%); que se va estructurando en la parte superior. Es allí donde comienza el proceso de mineralización, donde se liberan los nutrientes que están en la materia orgánica.

El suelo no puede ser considerado solo un sustrato de soporte inerte, más aún cuando diferentes investigaciones sobre el manejo del suelo, proponen estrategias de manejo como un medio de vida, que juega un rol trascendental para la producción agrícola. También el carbono tiene un papel importante, pero normalmente es el gran olvidado de la agricultura moderna. Y es que el suelo es el principal regulador de CO_2. Entonces al incorporar materia orgánica al suelo, se forman compuestos estables, lo que significa que se está capturando carbono que no va a la atmósfera a contribuir al efecto invernadero. Los beneficios del carbono en el suelo se expresan en la agregación e infiltración, en la retención de agua y nutrientes, en la productividad, en la calidad del aire y agua y en el hábitat para la vida silvestre.

De hecho, es el carbono lo que se usa para determinar la cantidad de materia orgánica de un suelo, que pueden ser aportadas desde diferentes fuentes (ver nota aparte). Aunque lo más importante es conocer qué tipo de materia orgánica hay en el suelo, y qué fracciones se puede llegar a tener aportando residuos o nuevas formas de materia orgánica. Es decir, podría darse el caso de tener una materia orgánica compostada o una materia orgánica húmica altamente fraccionada, pero ambas contendrán carbono, nitrógeno, fósforo y otros elementos, aunque dependerá de la forma en que ese carbono se haga más o menos disponible en el suelo, lo que facilitará la acción de los microorganismos.

Así, por ejemplo, un suelo con un 1% de materia orgánica, tendrá en sus primeros 30 centímetros 30 toneladas de materia orgánica por hectárea. La Dra. María Mercedes Martínez, investigadora de la Universidad de Bonn, en Alemania, explicaba en un artículo publicado en Redagrícola que, sin definir si son buenos o malos, lo importante es saber que, si son frescos, contienen más nitrógeno que los materiales maduros, los que poseen menos nitrógeno disponible, pero mucho más nitrógeno orgánico y estable. Además, remarcaba, que se deben conocer otros parámetros asociados al pH, a la salinidad, etcétera.

De esta forma, los compost son y seguirán siendo los materiales más estables y también los que más se producen, como un aporte permanente de materia orgánica. Y, según la investigadora, su aporte lo hace fundamental para conocer qué efecto tendrán sobre las diferentes condiciones a nivel de suelo. Asimismo, otros aportes de los materiales frescos son nitrógeno y el hecho de que contie-

LITORALPRESS

Fecha: 11-05-2021
Medio: Revista Redagrícola
Supl. : Revista Redagrícola
Tipo: Actualidad
Título: MICROORGANISMOS DETERMINANTES PARA MANTENER UN 'SUELO VIVO'

Pág. : 19
Cm2: 380,3
VPE: $ 710.481

Tiraje: 9.000
Lectoría: 18.000
Favorabilidad: No Definida

nen microorganismos, como es el caso de los purines o el vermicompost. Este último es el resultado de la degradación de materia orgánica por lombrices. Se trata de una herramienta muy estable y muy balanceada, nutricionalmente hablando.

"En el proceso de mineralización entre los materiales crudos (purines, lodos, restos vegetales), las cadenas de carbono comienzan a romperse para llegar a un proceso intermedio, que debe completarse hasta el proceso de humificación. Por tanto, los ácidos húmicos y fúlvicos son los más estables de la materia orgánica, mientras que los menos estables son los materiales crudos", señalaba en el artículo la Dra. Martínez y añadía que un compost puede tener una alta concentración de ácidos húmicos, dando la idea de cuán maduro está ese material.

LA ACTIVIDAD MICROBIANA DEL SUELO

En los primeros centímetros de suelo (entre 0 a 40) se encuentra la mayor actividad microbiana. Es allí donde se concentra el mayor número de miroorganismos, que es donde justamente se produce el fraccionamiento de la materia orgánica, aunque es posible encontrar materiales orgánicos a una mayor profundidad. Gracias a la actividad mirobiana se estimula la rizogénesis, es decir, la generación de raíces. "Lo que buscamos para tener plantas de calidad y productivas es desarrollar las raíces, las cuales no funcionan como un ente separado que forma parte de una planta", explicaba la Dra. Martínez en Redagrícola. "La raíz no es solo ese órgano que penetra el suelo buscando agua y nutrientes para absorber, ya que además es el soporte de millones de microorganismos que encuentran en la rizósfera una enorme cantidad de sustancias altamente solubles, muy ricas en vitaminas y aminoácidos, razón por la que se quedan allí", continuaba.

Es por ello que en los primeros centímetros de suelo se encuentra una gran cantidad de microorganismos y también raíces con suelos, donde se obtiene la mayor cantidad de microorganismos en relación al resto del perfil del terreno. Estos microorganismos se quedan en las raíces porque obtienen allí las azúcares provenientes de la fotosíntesis. Se han identificado bacterias y hongos capaces de promover el crecimiento de cultivos mediante la secreción de hormonas, y otros que funcionan además como controladores biológicos.

"En el proceso de mineralización entre los materiales crudos (purines, lodos, restos vegetales), las cadenas de carbono comienzan a romperse para llegar a un proceso intermedio, que debe completarse hasta el proceso de humificación. Por tanto, los ácidos húmicos y fúlvicos son los más estables de la materia orgánica, mientras que los menos estables son los materiales crudos."

Uno de estos microorganismos, y que ayuda en aspectos nutricionales de la planta es el hongo micorriza del género *Glomus* al trabajar en conjunto con rizobio o *Rhizobium* para fijar nitrógeno. Un caso similar es el de *Azospirillum*, una bacteria que igualmente ayuda en la fijación de nitrógeno por rizobio.

Otro grupo son aquellos microorganismos son las Rizobacterias promotoras del crecimiento (también llamadas VGPR) que están asociadas a distintos sustratos (compost y turba). Estos microorganismos pueden producir fitohormonas (auxinas, giberelinas y citoquininas) y *Bacillus*, una bacteria que secreta giberelinas, influyendo en el desarrollo de la raíz y la planta. Otro tipo de microorganismos actúa como controladores biológicos a nivel radicular. Aquí se encuentran los Trichodermas, hongos que son capaces de controlar *Pythium, Rhizoctonia* y *Botrytis*. Recientemente, el científico Magnus Karlsson, revelaba la importancia del ciclo de glioxilato en T. atroviride para desarrollar un antagonismo contra *B. cinerea*.

Además, de los Trichodermas está *Bacillus*, que produce antibióticos capaces de competir con una colonización tempo-

LITORALPRESS

Fecha: 11-05-2021
Medio: Revista Redagrícola
Supl. : Revista Redagrícola
Tipo: Actualidad
Título: MICROORGANISMOS DETERMINANTES PARA MANTENER UN 'SUELO VIVO'

Pág. : 20
Cm2: 731,3
VPE: $ 1.366.136

Tiraje: 9.000
Lectoría: 18.000
Favorabilidad: No Definida

ral en la rizósfera. En Israel, el Dr. Eddie Cytryn demostró hace unos años que dos razas de *Bacillus* de la misma planta pueden tener funciones distintas y ocupar nichos diferentes. El científico propuso que una combinación de razas con efectos complementarios podría ser más exitosa que la aplicación de razas de forma individual.

Asimismo, existe un cuarto grupo de microorganismos, que cumplen estas tres funciones al mismo tiempo, como las actinobacterias, que pueden funcionar bajo altas temperaturas durante la descomposición de la materia orgánica y resistir el proceso de pasteurización del compost mientras los patógenos se mueren. Además, liberan promotores de crecimiento y antibióticos, manteniendo a raya las enfermedades radiculares.

"Estas bacterias triple militantes son parte del suelo, están en la naturaleza y se multiplican cuando se les da las condiciones óptimas de crecimiento como, por ejemplo, altas temperaturas", explicaba la investigadora del INIA Chile, Cecilia Céspedes, en un artículo publicado por Redagrícola.

Uno de los avances más prometedores es dejar de usar un solo organismo para emplear un consorcio. "Incorporamos un tipo de microorganismo, la planta responde; incorporamos dos microorganismos, en algunos casos la planta responde mejor; incorporamos tres microorganismos y la planta quizás responde aún más. Lo que los investigadores están tratando de vislumbrar es hasta cuándo podemos incorporar microorganismos y seguir teniendo una respuesta positiva", explicaba a Redagrícola el Dr. Fabricio Cassán, investigador de Conicet, en Argentina.

Un ejemplo de ello han sido los trabajos que se han desarrollado en el CSIC, en España, por el Dr. José Miguel Narea, que ha estudiado el uso de micorrizas asociadas a bacterias solubilizadoras de fosfato, fijadoras de nitrógeno, antagonistas de patógenos… Los estudios evolucionaron desde la evaluación de efectos de la inoculación del microorganismo en los años 60, a estudiar la fisiología detrás de esos procesos. Tras ello, se realizaron estudios bioquímicos e incluso análisis moleculares. Hoy por hoy, se trabaja en ecología molecular, es decir, estudiar cómo interactúa la diversidad de microorganismos en el suelo.

Hace unos años, el Dr. Stéphane Compant, investigador del Instituto Austriaco de Tecnología, en Austria, se refería a las vías de colonización de los microorganismos asociados a las plantas, sobre todo aquellos endófitos. A través de técnicas de microscopía investigó los patrones de colonización de los microrganismos en diferentes tejidos, determinando que no solo las raíces y los brotes son colonizados por los endófitos, sino también los frutos y semillas.

EL GAN APORTE DE UNA IDEA SENCILLA

Con el fin de estudiar las bacterias, es necesario cultivarlas. Sin embargo, si son llevadas a un ambiente artificial solo se logra observar un mínimo porcentaje de especies, estimándose que menos del 1% han podido ser descritas. Ello llevó al investigador Slava Epstein a plantearse la siguiente pregunta: ¿Qué pasa si, luego de tomar las muestras de bacterias en su entorno natural, a mitad de camino al laboratorio para ponerlas en una placa de Petri, volvemos sobre nuestros pasos y las cultivamos en su entorno natural?

La respuesta es que se desarrollarían, porque se encuentran adaptadas a ese ambiente. El cultivo deja entonces de ser un problema. El desafío pasa a ser cómo separarlas de todos los demás microorganismos, incluidas otras bacterias, un reto al que Epstein, Kim Lewis y otros colegas, lograron dar con la solución. ¿Cómo? Tras distintos ensayos, usaron arandelas metálicas con pequeñas perforaciones a modo de cámaras y paredes de membranas. Esta combinación posibilita aislar bacterias individuales en cada cámara y permitir el ingreso del agua y elementos necesarios para su desarrollo, impidiendo al mismo tiempo la entrada de otros microorganismos. Los hallazgos no se dejaron esperar. Gracias a la formación de colonias numerosas fue posible estudiar y describir nuevas especies.

Sobre esta base, Epstein y sus colaboradores continuaron perfeccionando el sistema hasta desarrollar un 'isolation chip', también llamado 'ichip', de plástico, que permite masificar el proceso, cuyo costo de fabricación no supera los US$10. A través de la firma NovoBiotics, estos investigadores han descubierto 25 nuevos antibióticos. "Muchos buscan nuevos microorganismos, con nuevas funciones. El descubrimiento de antibióticos es solo una aplicación de nuestro método general de cultivo de microorganismos. Por tanto, es posible usarlo para cualquier otro propósito igualmente. Se puede buscar nuevas drogas, anticancerígenos, antiinflamatorios, simbiontes para plantas, nuevos microorganismos que fijen nitrógeno" explicaba a Redagrícola el científico.

ESTRATEGIAS PARA EL USO DE COMPOST

En Chile, en la Universidad Técnica Federico Santa María, y concretamente en

LITORALPRESS

Fecha: 11-05-2021
Medio: Revista Redagrícola
Supl. : Revista Redagrícola
Tipo: Actualidad
Título: MICROORGANISMOS DETERMINANTES PARA MANTENER UN 'SUELO VIVO'

Pág. : 21
Cm2: 366,7
VPE: $ 684.988

Tiraje: 9.000
Lectoría: 18.000
Favorabilidad: No Definida

el Centro Avanzado de Tecnología para la Agricultura (CATA), han trabajado en la importancia de un manejo de nutrición integrada en los huertos. Así, tras realizar un análisis de suelo y elaborar un diagnóstico, el especialista está listo para hacer una recomendación sobre cuánto nitrógeno, fósforo y potasio requiere el suelo. "Posteriormente nosotros ajustamos esas dosis y aplicamos además materia orgánica estabilizada en forma de compost o humus líquido, y también inoculamos ese suelo mediante la inyección de té de compost cargado con microorganismos benéficos", explicaba a Redagrícola el Dr. Rodrigo Ortega, director de este centro.

La fracción más soluble del compost es extraída para elaborar el té de compost, que debe incubarse durante 24 horas para que se multipliquen los microorganismos benéficos disponibles en la materia orgánica. Como resultado de este proceso se tendrá un líquido compuesto por carbono soluble, ácidos húmicos y fúlvicos, que puede aplicarse vía riego a los cultivos, y que causará efectos físicos, químicos y biológicos. "Si aplico carbono, naturalmente el suelo se va a activar, pero si quiero asegurarme de que los microorganismos que se van a reproducir son los buenos, le incorporo el microorganismo que requiero. Ese es el concepto de inoculante", explicaba Ortega.

Joe Kloepper, científico de la Universidad de Auburn, en EE UU, ha sido uno de los pioneros en el uso de inoculantes con microorganismos, desarrollando una serie de aplicaciones para la industria e incluso su grupo de investigación ha contribuido a la comprensión mecanística de las interacciones planta-microorganismos. Hoy en día, el mercado global de los microorganismos sobrepasa los US$400 millones anuales, donde se ha visto que grandes empresas han adquirido o absorbido a firmas especializadas en este tipo de productos.

Tanto a nivel de laboratorio como de invenadero, hay resultados prometedores en la aplicación de inoculantes microbianos de alto potencial de producción de biomasa y tolerancia a los patógenos de las plantas. Hace más de un siglo que se aplican inoculantes, como los que utilizan rizobios fijadores de nitrógeno u hongos micorrícicos, pero las aplicaciones de otros microorganismos aún requieren de una mayor comprensión y perfeccionamiento.

"La raíz no es solo ese órgano que penetra el suelo buscando agua y nutrientes para absorber, ya que además es el soporte de millones de microorganismos que encuentran en la rizósfera una enorme cantidad de sustancias altamente solubles, muy ricas en vitaminas y aminoácidos, razón por la que se quedan allí."

SUSTENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA

Se ha logrado demostrar que la materia orgánica disminuye en alrededor de 6 toneladas por hectárea (t/ha) al año al estar en contacto con los microorganismos del suelo. Así, si pensamos en un compost que tenga un 50% de humedad, estaríamos hablando de que al menos un agricultor necesitaría 12 t de compost/ha al año para reponer la materia orgánica que ha perdido su suelo en ese periodo. Sin embargo, una tonelada de materia prima se reduce a 650 kilogramos una vez que ha sido compostada. Entonces, ¿cuál es la estrategia para volver sostenible al sistema? Cecilia Céspedes respondía en que la clave está en dejar de lado los monocultivos y aspirar a crear un sistema productivo. "Los agricultores pequeños están un poco perdidos porque, por lo general, se han especializado en un solo cultivo, pero en campos más grandes debiera haber rotación e integrar el componente animal. Así, si un agricultor produce cereales, va a tener los rastrojos, si tiene animales, va a tener guano, y la cosa va a funcionar como sistema", sostenía.

Si esta alternativa resulta muy lejana para el productor, la opción más fácil es reutilizar la mayor cantidad de materia prima disponible tanto en su terreno como en campos cercanos, y a ello adicionar biopreparados que aportarán nutrientes a la materia prima, como el té de compost, humus y bokashi; cuya traducción del japonés es materia orgánica fermentada. **Ra**