

Hongos de suelo en sistemas agrícolas

¹Moreno, María Virginia; ¹Merlos, Cristina; ¹Silvestro, Luciana;

²Forján, Horacio; ²Manso, Lucrecia

¹Laboratorio de Biología Funcional y Biotecnología (BIOLAB-INBIOTEC), Fac. de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

²Chacra Experimental Integrada Barrow

Los hongos constituyen más del 50% de la comunidad microbiana en suelos agrícolas. Cumplen funciones en la degradación de restos orgánicos favoreciendo procesos de liberación de nutrientes, formación de humus y generación de agregados estables. Su presencia en el suelo responde de manera sensible a los cambios producidos en el ambiente por los distintos manejos aplicados, resultando un indicador útil para analizar esas alteraciones.



La biodiversidad agrícola está en gran parte determinada por las actividades humanas. Los principales países productores de cereales han aumentado su productividad a través de la aplicación de tecnologías que combinan principalmente nuevos desarrollos genéticos, aplicación de distintas prácticas destinadas a conservar los recursos del suelo, tales como la rotación de cultivos, cultivos de cobertura y labranza reducida. De esta manera se busca evitar la degradación de los recursos, utilizando un uso racional de los fertilizantes y permitiendo una reposición de los nutrientes del suelo exportados por los cultivos.

En este esquema, un eslabón relevante son los microorganismos del suelo. El suelo es un entorno dinámico en el que la actividad biológica se rige principalmente por los microorganismos. Se ha estimado la abundancia de microorganismos en los suelos en el orden de 10^5 - 10^8 unidades formadoras de colonias (ufc) para bacterias, 10^6 - 10^7 ufc para actinomicetos y 10^5 - 10^6 ufc para los hongos por gramo de suelo. El papel de los hongos es extremadamente complejo y fundamental para el ecosistema suelo. Ellos constituyen el 50 % de la biomasa microbiana del suelo agrícola, descomponen

materia orgánica, proporcionan nutrientes a las plantas y actúan como indicadores de la salud del ecosistema.

La actividad fisiológica de los hongos aislados en diferentes ecosistemas depende del tipo de metabolismo que posean y del medio edáfico en el cual se están desarrollando. Las principales influencias internas que se imponen a la comunidad de hongos son: nivel y tipo de materia orgánica, pH, aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, contenido de humedad, aireación, temperatura, profundidad en el perfil del suelo, estación del año y composición de la vegetación nativa o cultivada. Los hongos son heterótrofos, usan el carbono orgánico para la síntesis celular, siendo capaces de degradar materia orgánica compleja. Entre las fuentes de carbono orgánico usan: azúcares, ácidos orgánicos, disacáridos, almidón, pectina, celulosa, grasas y lignina, siendo esta particularmente resistente a la degradación microbiana. Obtienen el nitrógeno del amonio o nitratos, así como de proteínas y otros compuestos orgánicos nitrogenados. Los hongos son responsables de la mineralización de la materia orgánica sencilla y compleja, participando en la formación de humus al degradar residuos vegetales y animales. Las hifas contribuyen significativamente

a la formación de agregados estables favoreciendo una buena estructura del suelo. Los hongos del suelo, así como otros microorganismos son críticos para el medio ambiente suelo, pueden actuar tanto como fuente o sumidero para muchos elementos, así también como, agentes de transformación de nutrientes y degradadores de agroquímicos.

En las últimas décadas, en la Argentina, las investigaciones sobre comunidades de hongos del suelo en sistemas agrícolas, han contribuido a la identificación y a la evaluación de la frecuencia y la densidad relativa haciendo especial hincapié en los hongos entomopatógenos y formadores de micorrizas en diferentes sistemas agrícolas. En su mayoría estas investigaciones han empleado herramientas de la micología clásica, siendo muy escasos los estudios en los cuales se emplean técnicas moleculares. Dado que en la mayoría de las regiones templadas agrícolas el área de cultivo está destinada a ser ampliada, y que continuará el proceso de intensificación, es necesario entender la respuesta de los componentes de hongos del suelo, debido a que son un grupo valioso que pueden sobrevivir en el medio ambiente, ya sea como saprófitos, parásitos o simbioses. Por lo tanto es necesario conocer y evaluar el efecto de los diferentes manejos agrícolas sobre la diversidad y la dinámica de la comunidad fúngica del suelo, y considerarla como uno de los eslabones esenciales de la cadena de producción en el marco de la agricultura sostenible.

Análisis de la comunidad fúngica

El análisis de las comunidades fúngicas del suelo se realizan tradicionalmente empleando métodos de cultivo y observación directa. El uso de estas técnicas permite conocer la diversidad de estos microorganismos asociados con diferentes parámetros de calidad del suelo, analizar la descomposición de la materia orgánica, y corroborar el efecto de la aplicación de fungicidas y herbicidas.

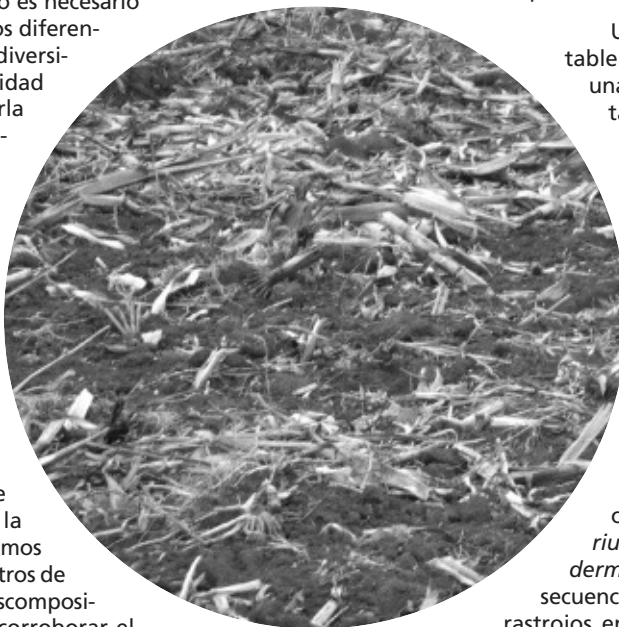
Asimismo, y con el desarrollo de las técnicas moleculares se ha avanzado en el estudio de la biodiversidad microbiana produciendo resultados muy interesantes en la interpretación de los problemas de desarrollo, taxonomía y distribución de las especies. Sobre todo, con estas técnicas se ha logrado superar las limitaciones asociadas con las técnicas tradicionales basadas en el cultivo. Es decir, el relevamiento de la diversidad presente en el suelo abarca tanto a los microorganismos cultivables como a los no cultivables.

En nuestro país los sistemas de labranza más utilizados son la siembra directa y labranza reducida y en algunas regiones la labranza convencional. En general, se ha observado que los sistemas de labranza, tienen diferentes efectos sobre la comunidad de hongos del suelo. La composición y dinámica de dicha comunidad están asociadas no sólo a la labranza sino también al manejo del cultivo, como ser, secuencia de cultivos,

riego y aplicación de agroquímicos, condiciones agroclimáticas entre otros. Es complejo detectar un único efecto que sea atribuible sólo al tipo de labranza.

En general, los estudios de diversidad de hongos, en los sistemas agrícolas, tienen como objetivo detectar el efecto de diferentes prácticas de manejo sobre las poblaciones de hongos fitopatógenos o aquellos de potencial efecto antagonista, los denominados biocontroladores, ya sea de insectos o de otros hongos.

Se ha dicho que la siembra directa aumenta la diversidad de especies fúngicas, con poblaciones de alta densidad en los primeros 5 cm del suelo, lo que se relaciona con la disponibilidad de nutrientes y la actividad de la micobiota celulolítica. Así, como aumenta el número de propágulos de saprofitos, también lo hace el número de propágulos de fitopatógenos. Una manera de subsanar este hecho es profundizar los estudios de diversidad de la comunidad fúngica del suelo en los diferentes sistemas de labranza, bajo diferentes secuencias de cultivos a los efectos de minimizar este aumento de inóculo potencialmente patógeno.



Un sistema de producción sostenible tiene en la rotación de cultivos una de las herramientas más importantes y válidas para potenciar el funcionamiento de los agroecosistemas. La rotación de cultivos genera tanto efectos inmediatos como a largo plazo, entre ellos, lo más relevante está asociado a la dinámica de la materia orgánica del suelo. Se conoce que la comunidad de hongos saprótrofos correlaciona positivamente con diferentes actividades enzimáticas lo que sugiere su relación con el ciclo del C. Sobre rastrojos de trigo se han aislado como géneros dominantes *Fusarium*, *Mucor*, *Penicillium* y *Trichoderma*. Es por ello que tanto la secuencia de cultivos y la duración de los rastrojos en el suelo deben ser tenidos en cuenta para controlar la sanidad, ya que los residuos vegetales son fuente de inóculo para cultivos sucesivos. Tanto *F. solani* como *F. graminearum* han sido detectados sobre rastrojos de trigo, soja y maíz.

La agricultura moderna se apoya fuertemente en el uso de fertilizantes y agroquímicos con el fin de obtener mejoras económicas, aumentando la productividad para una población mundial en aumento. En general la estructura de la comunidad fúngica se ve menos afectada que la bacteriana frente a la aplicación de agroquímicos. La fertilización nitrogenada en exceso influye sobre la estructura y biomasa de la comunidad fúngica del suelo produciendo una reducción en la biomasa fúngica.

Por otro lado, el uso de herbicidas es una clara dicotomía en los sistemas agrícolas actuales. Por un lado, introducen beneficios obvios como el control de las malezas y por el otro, los efectos indeseados, directos o indirectos, son numerosos, y



Hongos de suelo en sistemas agrícolas

su destino final en el ambiente es un motivo de preocupación en los últimos tiempos. Como otros organismos del suelo, los hongos son un nexo importante en las relaciones suelo-planta-herbicida-fauna-hombre, como degradadores y como bioindicadores, ya que las variaciones en número y diversidad pueden ser una buena señal de los cambios en la actividad biológica del suelo luego de la aplicación de los pesticidas. La biotransformación fúngica de los herbicidas ha sido poco estudiada. En nuestro país el equipo de la Dra. Bianchinotti en el CERZOS Bahía Blanca, aborda esta temática. Su equipo ha aislado hongos filamentosos capaces de crecer con metsulfurón metilo como única fuente de C y energía. De éstas, solamente las de *Penicillium* y *Trichoderma* fueron capaces de culminar su ciclo de vida en medio con dicho compuesto.

Estudios en ensayos de larga duración de la Chacra Experimental de Barrow

Diferentes sistemas de labranza en lotes con diferente historia agrícola

Se estudió la variación intra-anual de la comunidad de hongos del suelo cultivable en un experimento a largo plazo en suelos con diferentes historias de uso del suelo y los sistemas de labranza.

La mayor riqueza de especies se observó en lotes provenientes de pastura y bajo siembra directa. De la misma manera se observó el índice de diversidad. Sin embargo, ambos parámetros no sólo dependieron de la historia del lote o la labranza, sino también de las condiciones agroclimáticas.

Los sistemas de labranza alteran la composición de la comunidad fúngica del suelo, por lo tanto, influyen en la aparición de nuevas enfermedades de los cultivos.

El índice de diversidad mostró el valor más alto en suelos de pastura bajo SD en el invierno de 2010. En nuestro estudio, la frecuencia de las especies se vio afectada por el sistema de labranza y el uso de la tierra (la historia del lote), pero estos cambios no se reflejaron en el valor de los índices. En general, los valores de diversidad fueron superiores en suelos de pastura, independientemente del sistema de labranza. La dinámica del mismo fue variable en el tiempo. Se observó que la composición y abundancia de la comunidad cambiaron con la época de muestreo. Por ejemplo *Fusarium*, *Aspergillus*, *Nectria* presentaron más especies bajo siembra directa que bajo labranza convencional. Por lo tanto, el manejo de las secuencias de cultivo y las labranzas debe tener en cuenta la presencia y distribución de hongos potencialmente patógenos.

La época o estación de muestreo fue el factor que más influyó en los diferentes parámetros evaluados. El uso continuo de siembra directa no generó un mejor ambiente del suelo que el uso de la labranza convencional en suelos de pastura.

Diferentes secuencias de cultivo bajo siembra directa

Se estudió la variación intra-anual de la comunidad de hongos del suelo cultivable en un experimento a largo plazo en suelos con diferentes secuencias de cultivos y rotaciones con pasturas bajo siembra directa.

El número de especies presentes detectado a través del índice de riqueza de especies fue modificado tanto por la época como por la profundidad de muestreo. De esta manera se observó un mayor número de especies en el invierno respecto al verano y al otoño. Asimismo, la profundidad de 0-5 cm fue la que representó la mayor riqueza, siendo significativamente distinta a las de 5-10 y 10-20 cm. Las variaciones en riqueza y diversidad a lo largo de las estaciones, son fluctuaciones que se asocian a los cambios en las condiciones climáticas propias de las estaciones. En invierno se estimaron valores mayores de estos índices; esto se relacionó a las características ambientales como temperaturas y precipitaciones. En el invierno se registró una mayor humedad relativa y menores temperaturas y precipitaciones respecto al verano y otoño. Estas condiciones favorecen la germinación de esporas y el crecimiento del micelio fúngico.

La profundidad de 0-5 cm fue la que presentó mayor valor de medias para los índices de riqueza y diversidad. Esta situación se debe a que la siembra directa deja residuos en la superficie lo que favorece la retención de humedad y disminución de la temperatura del suelo. Todo esto promueve el desarrollo de un ambiente propicio para que los hongos persistan y crezcan en esta porción del suelo. A mayor profundidad la especialización de nichos aumenta, y por lo tanto, aquellas especies que comparten los mismos nichos, compiten entre sí por éstos. Las especies competitivamente favorecidas en los 5-20 cm fueron aquellas que poseen la característica de ser frecuentes en suelos, tanto cultivados como no cultivados y ser celulolíticas por excelencia, entre otras *Aspergillus fumigatus*, *Allescheriella crocea*, *Cladosporium cladosporioides*, *Fusarium oxysporum*, *F.solani*, *Humicola fuscoatra*, *Penicillium funiculosum*, *P. chrysogenum*.

Si bien las secuencias de cultivos no influenciaron los parámetros de diversidad, es relevante poder señalar y detallar que géneros como *Fusarium*, *Trichoderma* y *Penicillium* se observaron con mayor abundancia relativa en las diferentes épocas del año dado que muchas de sus especies son de importancia, por ser especies saprobas por excelencia, patógenas de cultivos y antagonistas de los mismos.

Es necesario resaltar como favorable la secuencia conservacionista bajo la cual la comunidad fúngica hallada en esos suelos representó géneros de potencialidad antagónica como *Trichoderma*, al igual que las secuencias mixtas donde además de *Trichoderma* sp. se detectó otro género antagonista de patógenos *Gliocladium*. En la secuencia bajo la modalidad de agricultura intensa se observó mayor presencia de cepas patógenas de cultivos y con posibilidad de generar micotoxinas.

Por lo expuesto se podría inferir la importancia de emplear un cultivo por año en las secuencias de cultivos, siendo desventajoso intensificar la rotación (doble cultivo anual, por ejemplo).

Los resultados presentados están comprendidos dentro de las actividades desarrolladas a partir del Convenio de cooperación técnica suscripto entre la Chacra Experimental Integrada Barrow (Convenio MAA Bs.As. – INTA y el Laboratorio de Biología Funcional y Biotecnología (BIOLAB-INBIOTEC), de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.