

## Caracterización de hongos presentes en suelos con usos contrastantes

Mónica Beatriz Barrios<sup>1</sup> y María Cristina Sandoval<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Cátedras de Edafología, Manejo y Conservación de Suelos y Planificación del uso del suelo. <sup>2</sup> Cátedra de Fitopatología. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Lomas de Zamora

### Introducción

En los últimos 40 años, el aumento de la producción agropecuaria produjo un incremento de la aplicación de fertilizantes inorgánicos lo cual se tradujo en un mayor rendimiento de los cultivos. El uso de fertilizantes está relacionado con cambios en las propiedades del suelo, en comparación con lo que sucede en un suelo prístino.

La biota del suelo participa del reciclaje de nutrientes mediante la descomposición de los residuos y el almacenamiento del carbono. Los microorganismos en un suelo fértil van liberando nutrientes inorgánicos a partir de las reservas orgánicas. Los fertilizantes presentan una mayor concentración de elementos básicos (N, P, K) entre un 20 a 100 veces más, respecto de los abonos orgánicos (Arens, 1983). Producto de esta situación se han abandonado muchas técnicas como el empleo de residuos orgánicos (Navarro *et al.*, 1995).

Los suelos contienen una amplia variedad de formas biológicas, con tamaños muy diferentes, como los virus, bacterias, hongos, algas, colémbolos, ácaros, lombrices, nematodos, hormigas y, por supuesto, las raíces vivas de las plantas superiores (Fassbender, 1982; Wild, 1992). Los hongos pueden representar el 50% de la población microbiana total. La estructura de la comunidad fúngica es dependiente del ambiente edáfico en el cual se desarrollan. Las principales influencias internas que se imponen a la comunidad de hongos son: el nivel y el tipo de materia orgánica, el pH, la aplicación de algún tipo de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, el contenido de humedad, la aireación, variación de temperatura y la composición de la vegetación nativa o cultivada (Hatakka, 2001). Los hongos constituyen el segundo de los dos grandes grupos de microorganismos del suelo. Todos son eucariotas heterótrofos, necesitan nitrógeno y están desprovistos de capacidad fijadora. Las especies edáficas presentan gran diversidad en cuanto a exigencias en sustratos carbonados, variando desde los que pueden utilizar hidratos de carbono, alcoholes y ácidos orgánicos sencillos hasta los que son capaces de descomponer compuestos polimerizados, como la celulosa y la lignina. Este es el caso de los que son parásitos obligados de los vegetales superiores o de los que han desarrollado una simbiosis obligada con determinadas plantas, como las micorrizas. Los saprófitos comunes en el suelo pueden ser eficaces transformadores de sustratos edáficos en tejidos microbianos. Algunos de ellos pueden asimilar entre el 30 y 50% del carbono presente en la materia orgánica que descomponen, lo que representa una tasa de conversión muy superior a la de las bacterias, que es del 5 al 20%. El crecimiento rápido de los hongos origina una elevada demanda del N disponible en el suelo, aunque ésta puede quedar mitigada por su relación C/N, que es superior a la que presentan las bacteria (Wild, 1992).

Los hongos oscilan entre el nivel microscópico y los visibles a la vista. Algunos hongos pueden sintetizar compuestos polifenólicos, que se parecen a las formas encontradas en la fracción húmica del suelo, contribuyendo a la formación de la materia orgánica. Además, los hongos disponen de diversos métodos para sobrevivir durante épocas desfavorables, como el calor y la sequía del suelo (producción de esporas en cuerpos fructíferos, clamidosporas, esclerocios, etc.). Por otro lado, la excesiva humedad suele ser desfavorable para ellos (Wild, 1992).

El suelo es un medio muy complejo, donde se dan innumerables interacciones que afectan las poblaciones de los organismos que la habitan. Las bacterias parecen tener fácil motilidad en películas de agua. Los hongos filamentosos y en menor proporción los actinomicetos, difieren de las bacterias en que sus hifas no necesitan crecer en una película continua de agua sino que pueden atravesar espacios abiertos al aire y pueden realizar sus funciones en condiciones más secas que las bacterias (Wild, 1992). Asimismo presentan una gran capacidad de degradar a la materia orgánica compleja, participan en la formación de humus a partir de restos orgánicos frescos al degradar residuos vegetales y animales, y contribuyen significativamente a la formación de agregados estables (Miller y Jastrow, 2000).

A partir de estos antecedentes y en el marco de un proyecto de investigación que busca conocer los efectos de la aplicación de fertilizantes en suelos agrícolas, se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de caracterizar y comparar la micobiota presente en dos suelos con usos contrastantes.

### **Materiales y métodos**

El material utilizado consistió en muestras procedentes de suelo con usos contrastantes: i) agrícola, en descanso después de la cosecha de un cultivo de soja realizado; y ii) prístino, bosque de Santa Catalina, Universidad Nacional de La Plata cercano al suelo de uso agrícola.

Las muestras se tomaron en tres puntos previamente definidos a una profundidad de 10 cm. La recolección en tres puntos permitió obtener una muestra compuesta de aproximadamente de 200 g.

Posteriormente las muestras se llevaron al laboratorio de Suelos de la FCA UNLZ, donde se secaron al aire durante 15 días en cajas de Petri. Al momento de la realización de los ensayos las muestras de suelo agrícola tenían una antigüedad de 30 días y las de suelo prístino 18 meses. Una vez secas las muestras se tamizaron con una malla de 2 micrones para descartar piedras pequeñas y material vegetal de mayor tamaño. Luego de lo cual se tomaron 10 g de cada muestra de suelo y se prepararon diluciones sucesivas en agua destilada estéril (método de dilución de suelo en placa), sembrando la dilución  $10^{-3}$  en cajas de Petri conteniendo medio de cultivo agar papa glucosado al 2%. Las placas fueron incubadas durante ocho días a una temperatura de 22° C y se realizaron tres repeticiones por cada muestra. Luego de la incubación se procedió al recuento e identificación de los especímenes desarrollados. Para la identificación se realizaron observaciones macroscópicas de las colonias y microscópicas de estructuras fúngicas. Las observaciones microscópicas requirieron de preparaciones sobre portaobjetos y cubreobjetos utilizando suero fisiológico como solución de montaje, y de la consulta de claves taxonómicas específicas (Rifai, 1969; Finch y Finch, 1974; Marasas *et al.*, 1983; Barnett y Hunter, 1998; Dick, 2001). Una vez identificados los microorganismos se calcularon las frecuencias relativas y los resultados se expresaron en porcentaje.

## Resultados y Discusión

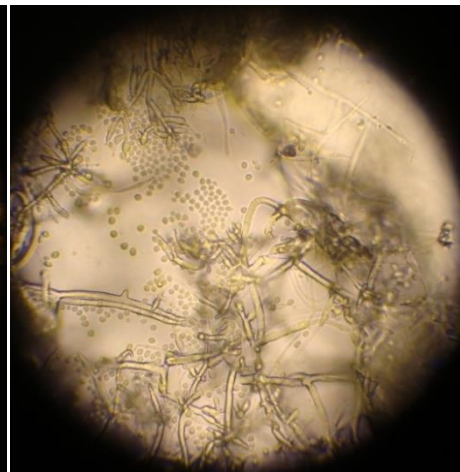
### Suelo de uso agrícola

Las observaciones realizadas permitieron identificar los siguientes microorganismos: i) *Rhizopus stolonifer* Vuillemin (30%) (Figura 1), un hongo que puede sobrevivir durante meses en los suelos en una amplia gama de temperatura y humedades relativas. Es además un fitopatógeno versátil que causa pudriciones postcosecha (Velázquez del Valle *et al.*, 2008); ii) *Trichoderma* Pers. spp. (10%) (Figura 2), es un organismo de vida libre en suelos y ecosistemas de raíz, es además fácil de aislar y cultivar en medios de cultivo naturales o semisintéticos (Rey *et al.*, 2000); iii) *Pythium* Dick spp. (5%) (Figura 3), un género que incluye más de 120 especies (Dick, 2001) que se encuentran ampliamente distribuidas. *Pythium* puede vivir como saprófito sobre restos de plantas muertas, o comportarse como patógeno en sistemas de producción agrícola ocasionando pudrición de semillas, de plántulas, pudrición de raíces, frutos y otros órganos vegetales que se encuentran en contacto con el suelo (Agris, 2005); iv) *Penicillium* Link spp. (5%) (Figura 4), sus especies son comunes en el ambiente y algunas de ellas pueden causar algún tipo de degradación. Sus hábitats incluyen el suelo, alimentos, materia orgánica en descomposición, compost, semillas y cereales (Mycota, 2018); y v) *Mycelia sterilia* (50%), un grupo de hongos que se considera equivalente a la categoría de orden y comprende géneros de hongos imperfectos que no tienen una etapa conocida de esporas y producen esclerocios, rizomorfos o simplemente masas miceliares. Las características macroscópicas de las colonias: micelio blanco de rápidos crecimientos, el desarrollo de microesclerocios y la presencia de fíbulas (clamp connection) permitieron indicar la presencia de *Sclerotium* Tode spp. (Figura 5) en las muestras analizadas. *Sclerotium* es un hongo polífago que sobrevive saprofiticamente en suelo y rastrojos de diferentes plantas, produciendo esclerocios que afectan al próximo cultivo (Agris, 2005).

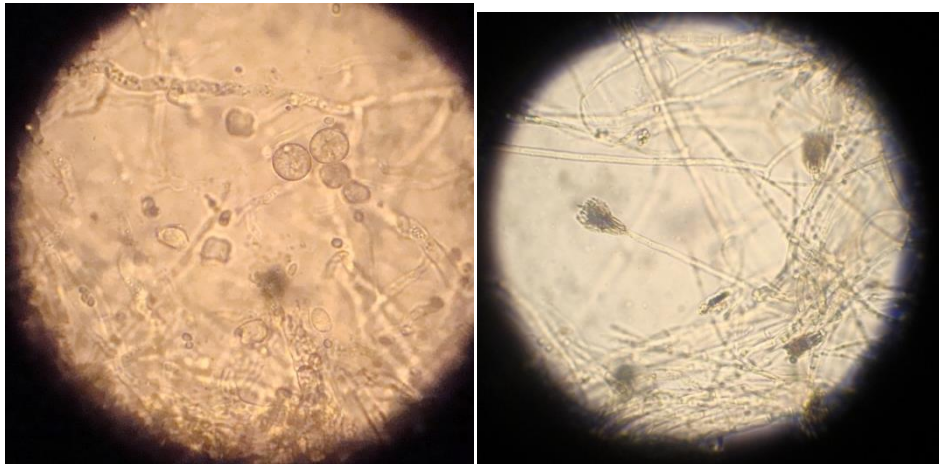
La relación frecuencia – taxa, en orden descendente fue la siguiente: Incertae sedis, Zygomycota, Ascomycota, y Oomycota.



**Figura 1.** *R. stolonifer*: esporangios y esporangiosporas (10X).



**Figura 2.** *Trichoderma*: conidióforos y conidios (40X)



**Figura 3.** *Pythium* y propágulos reproductivos (oogonios) (40X)

**Figura 4.** *Penicillium*: conidióforos y conidios (10X)



**Figura 5.** *Sclerotium*: aspecto de la colonia y microesclerocios

Los géneros fúngicos identificados en suelo de uso agrícola, en el presente estudio, coinciden con los citados en estudios similares (Ludwig *et al.*, 2008; Pacasa-Quisbert *et al.*, 2017). Sin embargo, cuando se comparó la variabilidad detectada en dichos estudios con los resultados aquí mostrados se observa una menor diversidad. La elucidación de las causas del relativamente escaso número de géneros requiere de un estudio detallado, que implica en primer término la repetición de los ensayos en campañas sucesivas. Dado que, como ya fuera indicado por Hyde (1997) una de las condiciones para obtener una evaluación confiable de la diversidad de los hongos de suelo consiste en la realización de estudios a largo plazo. Idéntica consideración vale para la detección de géneros fitopatógenos de soja, dado que su presencia en las muestras analizadas no puede atribuirse sólo a la presencia de soja sino a la sucesión de cultivos en el lote.

### Suelo prístino

El análisis de las muestras procedentes del bosque de Santa Catalina mostró la presencia de: *Trichoderma* spp. (75%), una especie que presenta una alta tasa de supervivencia debido a que posee una gran plasticidad de adaptación a diferentes ambientes (Samuel, 2006). Las especies de *Trichoderma* son utilizadas en la agricultura para el manejo de fitopatógenos, ya que limitan el desarrollo de otros hongos dañinos como *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, y *Verticillium dahliae*, entre otros (González *et al.*, 2005). Este fenómeno es muy importante, pues muchos hongos fitopatógenos forman estructuras de resistencia en el suelo que les permiten sobrevivir bajo condiciones adversas del ambiente hasta por más de 20 años (Higuera *et al.*, 2003); y ii) *Penicillium* spp. (25%). A nivel taxonómico, los géneros fúngicos se incluyen en Ascomycota.

Los dos géneros detectados se caracterizan por incluir especies que toleran bajos niveles de humedad (Carrillo, 2003; Gato Cárdenas, 2010), como el existente en las muestras de suelo prístino que al momento de los ensayos registraban un período de almacenamiento de 18 meses. El reducido contenido de humedad explicaría, asimismo, la detección de sólo dos géneros.

### Consideraciones finales

De manera contraria a los registros en la bibliografía que trata sobre el tema se encontró un mayor número relativo de géneros fúngicos en el suelo de uso agrícola. Toda vez que todos los hongos son regulados por la cantidad y calidad del sustrato (Paul, 2007), estos resultados requieren de la continuación y ampliación de aislamientos sistemáticos con el objetivo de determinar las causas del escaso número relativo de hongos presentes en las muestras de suelo de uso agrícola y el escaso número presente en las muestras de suelo prístino.

A nivel taxonómico, en suelo de uso agrícola los géneros denominados Incertae sedis fueron los aislados con mayor frecuencia y en suelo prístino los géneros correspondieron en su totalidad al taxón Ascomycota.

Se destaca la presencia del género *Trichoderma* spp., de potencial uso antagonista, en los dos suelos de uso contrastante analizados

### Bibliografía

- Agrios G. 2005. Plant Pathology 5th Edition. New York: Elsevier Academic Press. 952 pp.
- Arens PL. 1983. La importancia actual del reciclaje de los residuos orgánicos para la agricultura. En: El reciclaje de materias orgánicas en la agricultura de América Latina. Roma: FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/018/ar127s/ar127s.pdf>
- Barnett HL, Hunter BB. 1998. Illustrated genera of Imperfecti Fungi. St. Paul: APS Press.
- Carrillo L. 2003. Penicillium. En: Los hongos de los alimentos y los forrajes. Salta: Universidad Nacional de Salta.
- Dick MW. 2001. Straminipilous Fungi. Luxemburgo: Springer International Publishing.
- Revista de Divulgación Técnica Agropecuaria, Agroindustrial y Ambiental. Facultad de Ciencias Agrarias. UNLZ. Vol. 5 (1) 2018: 3-9

## INVESTIGACIÓN

Barrios y Sandoval

Caracterización de hongos [...]

Fassbender H. 1982. Química de Suelos con énfasis en suelos de América Latina. 3ra reimpresión. San José, Costa Rica: IICA. 422 p.

Finch HC, Finch AN. 1974. Los hongos comunes que atacan cultivos en América Latina. México: Trillas.

Gato Cárdenas Y. 2010. Métodos de conservación y formulación de *Trichoderma harzianum* Rifai. *Fitosanidad* 14(3): 189-195

González SJC, Maruri GJM, González AA. 2005. Evaluación de diferentes concentraciones de *Trichoderma* contra *Fusarium oxysporum* agente causal de la pudrición de plántulas de papaya (Carica papaya L.) en Tuxpan, Veracruz, México. *Revista UDO Agrícola* 5 (1): 45-47.

Hattaka A. 2001. Biodegradation of lignin. En: Hofrichter M, Stenbuechel A. (eds) *Lignin Humic Substances and Coal*. Vol 1. Weinheim: Wiley-VCH. Pp. 129-180.

Higuera MA, Fontalvo J, Niño L, Sánchez J, Delgado A, Villalobos R, Montiel M. 2003. Crecimiento de *Macrophomina phaseolina* y *Fusarium oxysporum* en medios de cultivo de harina de semillas de frijol *Vigna unguiculata* (L.) Walp., frijol chino *Vigna radiata* L. y quinchoncho *Cajanus cajan* (L.) Millsp. *CIENCIA*. Universidad de Zulia 11 (1): 14-21.

Hyde KD. 1997. ¿Can we rapidly measure fungal diversity? *Mycologist*. 11:176–178.

Ludwig H, Pfenning P, Magalhães de Abreu L. 2008. Hongos del suelo saprófitos y patógenos de plantas. Cap. 8. En: Moreira FMS, Jeroen Huising E, Bignell DE. (eds.). *A Handbook of Tropical Soil Biology. Sampling & Characterization of Below-ground Biodiversity*.

Disponible

en:<https://books.google.com.ar/books?id=mQMZaBiP0YC&pg=PA243&lpg=PA243&dq=hongos+suelo+Ludwig+H.+Pfenning+y+Lucas+Magalh%C3%A3es+de+Abreu&source=bl&ots=Lf6sVhlog2&sig=om9AnZUZIWWMes3X0gdX3qod9l&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiiqzU37zZAhVJPJAKHfxBioQ6AEIKDAA#v=onepage&q=hongos%20suelo%20Ludwig%20H.%20Pfenning%20y%20Lucas%20Magalh%C3%A3es%20de%20Abreu&f=false>

Marasas WFO, Nelson PE, Tousson TA. (eds.) 1983. *Fusarium species. An Illustrated Manual for Identification*. Pennsylvania: Pennsylvania State University Press.

Miller RM, Jastrow JD. 2000. Mycorrhizal fungi influence soil structure. En: Kapulnik Y, Douds DD Jr. (eds.). *Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. Pp- 3-18

Mycota. 2018. *Penicillium*

Disponible en:

<http://mycota-crcr.mnhn.fr/site/genreDetail.php?lang=eng&num=33&n=Penicillium>

Navarro P, Moral Herrero J, Gómez L, Matay B. 1995. *Residuos orgánicos y agricultura*. Alicante: Servicio de Publicaciones Universidad de Alicante. 108 pp.

Pacasa-Quisbert F, Loza Murguía MG, Bonifacio-Flores A, VINO-NINA L, Serrano-Canaviri T. 2017. Comunidad de hongos filamentosos en suelos del Agroecosistema de K'iphak'iphani, Comunidad Choquenaira-Viacha. *J. Selva Andina Res. Soc.* 8 (1). 2-25.

Paul EA. 2007. *Soil Microbiology, Ecology, and Biochemistry*. 3rd ed. Burlington: APS.

*Revista de Divulgación Técnica Agropecuaria, Agroindustrial y Ambiental*. Facultad de Ciencias Agrarias. UNLZ. Vol. 5 (1) 2018: 3-9

## INVESTIGACIÓN

Barrios y Sandoval

Caracterización de hongos [...]

Rey M, Delgado JJ, Rincón AM, Limón MC, Benítez T. 2000. Mejora de cepas de *Trichoderma* para su empleo como biofungicidas. *Rev. Iberoam Micol* 17: 531-536.

Rifai MA. 1979. A revision of the genus *Trichoderma*. *Mycol. Pap.* 116: 1-56

Samuels GJ. 2006. *Trichoderma*: Systematics, the sexual state, and ecology. *Phytopathology* 96: 195-206.

Velázquez del Valle MG, Bautista Baños S, Hernández Lauzardo AN. 2008. Estrategias de control de *Rhizopus stolonifer* Ehrenb. (Ex Fr.) Lind, agente causal de pudriciones pos cosecha en productos agrícolas. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 26: 49-55

Wild A. 1992. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Versión Española de Urbano Terrón P, Rojo Fernández C. Madrid: Mundi-Prensa. 1045 p.