

## “Rol de los hongos micorrícicos en la salud de algarrobales en el Monte de San Juan”

Vargas, Guadalupe<sup>a</sup>; Brisuela, Daniela<sup>b</sup>; Molina, Mariana<sup>a</sup>; Vazquez, Fabio<sup>b</sup> y Paroldi, H. Emilio<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Universidad Nacional de San Juan – Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales – Dpto. de Biología.

<sup>b</sup> Universidad Nacional de San Juan – Facultad de Ingenierías – Inst. de Biotecnología.

e-mail: emilioprd@gmail.com

### Resumen

Los algarrobos, especie vegetal nativa del Monte, revisten interés especial tanto por su uso humano como por su rol ecosistémico. Comprender sus interacciones con otros organismos, como los hongos micorrícicos arbusculares (HMA), es fundamental para elaborar planes de recuperación ambiental. Los HMA, microorganismos simbióticos de raíces vegetales, ofrecen importantes beneficios, como el incremento en la captación de agua y nutrientes, a cambio de exudados nutritivos de origen vegetal, contribuyendo así a la supervivencia, salud y productividad de los ecosistemas. El presente trabajo evalúa la asociación entre HMA y algarrobos en el Monte de San Juan, siendo el primer informe nacional sobre esta relación en zonas desérticas del monte nativo. El objetivo del trabajo fue aislar e identificar HMA asociados a *Prosopis sp.* en La Ciénaga, San Juan, con implicancias para la conservación y agricultura sostenible. Para el muestreo se establecieron dos zonas de estudio: una cerca de un cauce de agua (A) y otra alejada del cauce (B). Se tomaron muestras de suelo para contar e identificar esporas. Se colectaron raíces para evaluar la colonización micorrícica. Los resultados mostraron diferencias significativas en la colonización de raíces y el número de esporas entre las zonas A y B, con una mayor colonización y número de esporas en la zona A. Los géneros dominantes de HMA identificados fueron morfotipos glomoiide y acaulosporoiide. Este estudio proporciona una aproximación fundamental sobre las poblaciones de HMA en San Juan, crucial para comprender los factores que influyen en estas poblaciones microbianas, con implicancias para la conservación ambiental, biotecnología y agricultura sostenible.

**Palabras clave:** Hongos micorrícicos, algarrobos, sustentabilidad edáfica.

### INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas y semiáridas abarcan aproximadamente el 40% de la superficie terrestre global y cerca del 60% de Argentina, siendo dominadas por la provincia fitogeográfica del Monte, extendiéndose por 460.000 km<sup>2</sup>. En San Juan, esta región constituye el 45.5% del territorio, caracterizada por alta aridez y precipitaciones anuales menores a 100 mm (Márquez et al., 2017). Las plantas del Monte, adaptadas a condiciones extremas, crean micrositios que favorecen el establecimiento de otras especies y microorganismos (Rodríguez et al., 2006). Los suelos áridos albergan microorganismos como bacterias y hongos, que forman interacciones simbióticas con las plantas, facilitando nutrientes y mejorando el crecimiento vegetal (Danneberg et al., 1993). El género *Prosopis*,

predominante en el Monte, incluye especies como *P. chilensis* y *P. flexuosa*, fundamentales en sistemas silvopastoriles y en la mejora de suelos mediante la fijación de nitrógeno (Villagra et al., 2011). Los hongos micorrizas arbusculares (HMA), cruciales en ambientes áridos, forman simbiosis con las raíces de las plantas, mejorando la absorción de nutrientes y la resistencia a estrés abiótico (Gianinazzi et al., 2010). Las HMA desarrollan estructuras como arbusculos y vesículas en las raíces, facilitando el intercambio de nutrientes y almacenamiento (Parniske, 2008). Las esporas producidas por las HMA permiten la colonización de nuevas plantas, mejorando la salud y nutrición vegetal (Brundrett, 1991). En ambientes áridos, las HMA están influenciadas por la textura del suelo, el pH y la disponibilidad de nutrientes, mejorando la resistencia de las plantas a la salinidad

(Grayston et al., 2001). El estudio de las HMA es crucial para comprender y mejorar la estructura y funcionamiento de los ecosistemas áridos y semiáridos (Van der Heijden & Sanders, 2002).

## OBJETIVOS

Aislar e identificar hongos micorrízicos arbusculares asociados a árboles de *Prosopis* de la localidad de La Ciénaga, provincia de San Juan.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio:** En el área árida de La Ciénaga, Jáchal, provincia de San Juan, se recolectaron muestras de suelo franco limo-arenoso, caracterizado por depósitos aluviales del río Jáchal y alto contenido de sales (Miranda et al., 2010). Las condiciones climáticas incluyen una temperatura media anual de 16,1°C, precipitaciones estivales de 80 a 150 mm y temperaturas máximas de hasta 48°C (Pereyra, 2000).

**Muestreo:** Se establecieron tres parcelas en cada una de las zonas A y B, totalizando 18 muestras de suelo rizosférico y raíces de algarrobos recolectadas a 15 cm de profundidad y almacenadas en condiciones estériles a 4°C (Lugo et al., 2018). **Análisis físico del suelo:** El análisis físico del suelo incluyó la determinación de textura mediante el Método de la pipeta y la medición de pH y conductividad eléctrica (CE) (Editorial Committee, 1996). **Observación de raíces:** Las raíces tratadas con KOH al 10%, HCl y teñidas con Azul de Tripán al 0,05% mostraron micorrizas observadas microscópicamente (Lugo et al., 2018). La colonización micorrízica se cuantificó en 100 intersecciones raíz-línea de la cuadrícula en cada caja de Petri. **Aislamiento de esporas:** El aislamiento de esporas de HMA se realizó mediante decantado húmedo, tamizado y extracción de la solución de suelo por centrifugación (Scheneck & Pérez, 1990). Las esporas se identificaron morfológicamente utilizando microscopía óptica y Reactivo de Melzer (INVAM). **Análisis estadísticos:** Se aplicaron pruebas estadísticas para evaluar la normalidad y homogeneidad de los datos. Se realizaron análisis de la varianza unifactoriales y se empleó un análisis multivariado de componentes

principales para examinar la distribución de HMA entre los sitios de estudio (Infostat, 2020).

## RESULTADOS

**Suelo:** Las propiedades físicas del suelo variaron significativamente entre las zonas A y B. La textura del suelo en la zona A fue predominantemente franco limoso, mientras que en la zona B fue franco arenoso a arenoso-franco. El pH promedio fue significativamente menor en la zona A ( $7,76 \pm 0,21$ ) en comparación con la zona B ( $8,13 \pm 0,56$ ). La conductividad eléctrica (CE) fue significativamente mayor en la zona A (2159,3 mS/m) que en la zona B (599,6 mS/m), indicando mayor salinidad en la zona A. **Raíces:** Se confirmó la presencia de asociaciones micorrízicas arbusculares en los algarrobos de ambas zonas muestreadas. La colonización de raíces por HMA mostró diferencias significativas entre las zonas ( $p = 0,016$ ). La zona A exhibió un promedio de colonización del  $58,55 \pm 7,6\%$ , significativamente mayor que el  $49,44 \pm 6,8\%$  registrado en la zona B. La zona A también presentó el mayor porcentaje de colonización micorrízica (72%), en comparación con el 35% registrado en la zona B. **Número de esporas:** Todas las muestras de suelo recogidas contenían esporas de hongos micorrízicos arbusculares. La zona A mostró un recuento total de 428 esporas, significativamente más alto que las 200 esporas encontradas en la zona B. **Identificación:** Se identificaron morfológicamente 259 esporas a nivel de género. En la zona A, predominaron las esporas del género *Glomus* (208 esporas), mientras que en la zona B se encontraron menos esporas (38), con una distribución similar de género. **Análisis de distribución de los HMA y las zonas:** El análisis multivariado de componentes principales mostró que las variables biológicas (número de esporas y porcentaje de raíz colonizada) se asociaron con la zona A, mientras que las variables físicas del suelo (CE, pH, granulometría) y el índice de diversidad estuvieron más relacionados con la zona B.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio proporcionan una visión detallada de la relación entre las

propiedades del suelo, la colonización micorrícica y la diversidad de esporas de hongos micorrícicos arbusculares (HMA) en dos zonas contrastantes del ambiente árido de La Ciénaga, Jáchal, provincia de San Juan.

Los hallazgos de este estudio sugieren una asociación significativa entre los HMA y los algarrobos (*P. chilensis* y *P. flexuosa*) en La Ciénaga, marcando el primer reporte de esta relación en el medio nativo de San Juan. Se observó colonización de HMA en el 100% de las raíces de los algarrobos muestreados, con presencia generalizada de esporas de hongos micorrícicos en todas las muestras de suelo. Este descubrimiento representa un avance importante en el conocimiento de las micorrizas arbusculares en esta región específica.

En las raíces analizadas, se identificaron diversas estructuras micorrícicas como micelio interno y externo, arbuscúlos y vesículas, tanto en la zona A (cercana al cauce de agua) como en la zona B (más alejada). Los porcentajes de colonización micorrícica variaron significativamente entre zonas, alcanzando valores desde un 35% hasta un 72%. Este patrón podría explicarse por la adaptabilidad de los HMA a diferentes condiciones edáficas, especialmente en suelos áridos con alta salinidad (Verma et al., 2008).

En cuanto a la diversidad de esporas, se identificaron principalmente dos géneros: *Glomus* y *Acaulospora*, siendo *Glomus* predominante en ambas zonas estudiadas. Este resultado es consistente con otros estudios en regiones áridas y semiáridas, donde *Glomus* muestra una amplia distribución y adaptabilidad a diferentes condiciones de suelo y temperatura (Rosendahl et al., 2009).

Basado en los datos obtenidos, podemos concluir que la densidad de micorrizas es notablemente mayor en suelos cercanos a los cauces de agua, donde la disponibilidad de humedad es mayor. Tanto la colonización en raíces como la abundancia de esporas en el suelo fueron significativamente superiores en la zona A, caracterizada por una textura franco-limosa, pH más ácido y mayor salinidad.

Estos resultados subrayan la importancia de entender las características del suelo en los hábitats de especies vegetales nativas del desierto, como los algarrobos. El

conocimiento adquirido en este estudio puede informar decisiones futuras sobre el manejo de los recursos naturales en la provincia de San Juan, particularmente en lo que respecta a la conservación y restauración de ecosistemas de plantas del desierto.

## BIBLIOGRAFÍA

- Brundrett, M. (1991). Micorrizas in natural ecosystems. *Adv. Ecology Research* 21:171-313.
- Danneberg, G., Latus, C., Zimmer, W., Hundeshagen, B., & Bothe, H. (1993). Influence of vesicular-arbuscular mycorrhiza on phytohormone balances in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Plant Physiology*, 141(1), 33-39.
- Editorial Committee (1996). *Soil physical and chemical analysis and description of soil profiles*. Standards Press of China, Beijing, China
- Gianinazzi, S.; Gollotte, A.; Binet, M.; Van Tuinen, D.; Redecker, D.; Wipf, D. (2010). Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. *Mycorrhiza* 20 (8) 519-530
- Grayston, S. J., Griffith, G. S., Mawdsley, J. L., Campbell, C. D., & Bardgett, R. D. (2001). Accounting for variability in soil microbial communities of temperate upland grassland ecosystems. *Soil Biology and Biochemistry*, 33(4-5), 533-551.
- Lugo, M.; Iriarte, H.; Crespo, E.; Torres, M.; Ontivero, E.; Risio, L.; Menoyo, E.; Ballesteros, S. (2018). *Manual de metodologías para el trabajo con hongos y sus simbiosis*.
- Márquez, J., Carretero, E. M., & Dalmaso, A. (2017). Provincias fitogeográficas de la Provincia de San Juan. *San Juan Ambiental*, 187-197.
- Miranda, O.; Liotta, M.; Olguin, A.; Degiorgis, A. (2010). El Consumo Hídrico de la agricultura y la minería aurífera en la cuenca del Río Jáchal, Provincia de San Juan, Argentina. *Aqua-LAC*, 2(1), 68-77.
- Parniske, M. (2008). Arbuscular mycorrhiza: the mother of plant root endosymbioses. *Nature Reviews Microbiology*, v.6, p.763-775
- Pereyra, B.R. (2000). *Clima de San Juan*. En Abraham, M.E. y Rodríguez Martínez, F. (Eds) "Argentina, Recursos y problemas ambientales de la zona árida. Primera parte: Provincia de Mendoza, San

Juan y La Rioja". Argentina. Junta de Gobierno de Andalucía. Universidades y centros de investigación de la Región Andina Argentina. Tomo I. 71-78.

Rodriguez, H., Mendoza, A., Cruz, M. A., Holguin, G., Glick, B. R., & Bashan, Y. (2006). Pleiotropic physiological effects in the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense* following chromosomal labeling in the *clpX* gene. *FEMS microbiology ecology*, 57(2), 217-225.

Rosendahl, S., McGee, P., Morton, J., & Sawers, R. (2009). Recent advances in research on arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycorrhiza*, 19(10), 617-625.

Van Der Heijden M.; Sanders I. (2002). Mycorrhizal Ecology: Synthesis and Perspectives. In: van der Heijden M.G.A., Sanders I.R. (eds) *Mycorrhizal Ecology. Ecological Studies (Analysis and Synthesis)*, vol 157. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-38364-2\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-540-38364-2_17)

Verma, R. K., Sahu, P. K., & Singh, J. S. (2008). Arbuscular mycorrhizal fungi: a potential tool for phytoremediation. *Journal of Applied Bioscience*, 30, 1830-1840.

Villagra, P.; Cony, M.; Mantován, N.; Rossi, B.; González, M.; Villalba, R. y Marone, L. (2004) *Ecología y manejo de los algarrobales de la Provincia Fitogeográfica del Monte*. M. Arturi, J. Frangi, J. Goya (Eds.), *Ecología y manejo de bosques nativos de Argentina*, Editorial Universidad Nacional de La Plata, La Plata. 1-32.



Universidad  
Nacional  
de San Juan



FACULTAD DE  
INGENIERÍA



confedi