

Estudiando las micorrizas y los microorganismos en suelos de Santa Cruz: Influenciados por diferentes intensidades de pastoreo

Peri, Pablo Luis^{1,2,3}; *Toledo, Santiago³; Billoni Sabrina¹; Monelos, Lucas Humberto¹

1)ICASUR/Ciencias Exactas y Naturales/UARG/UNPA

2)INTA

3)CONICET

[*peri.pablo@inta.gob.ar](mailto:peri.pablo@inta.gob.ar)

CONTEXTO

Si bien en las áreas ecológicas de Patagonia Sur no existen referencias del estudio de microorganismos de suelo, si existen antecedentes de estudios directamente relacionados y desarrollados por el grupo de investigación de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA), la EEA INTA Santa Cruz y el Laboratorio de Recursos Agroforestales del CADIC (CONICET) que venimos desarrollando tareas en forma conjunta. En este marco de investigación se han instalado más de 1350 parcelas permanentes denominadas PEBANPA (Parcelas de Ecología y Biodiversidad de Ambientes Naturales en Patagonia Austral), abarcando un amplio rango latitudinal (46°00' - 54°32'LS) y longitudinal (65°43' - 73°35'LO), un gradiente de temperatura y precipitaciones, diferentes tipos de uso y ecosistemas (pastizales, arbustales, humedales o mallines y bosques nativos). En este contexto, las líneas de investigación más relacionadas a la temática del presente proyecto son Peri (2011) informó que el contenido de C en los pastizales disminuyó de 130 Mg C ha⁻¹ bajo el pastoreo de baja intensidad (0,10 oveja ha⁻¹ año⁻¹) a 50 Mg C ha⁻¹ a altas cargas (0,70 oveja ha⁻¹ año⁻¹). Además, el grupo de investigación evaluó la tasa de respiración del suelo como una medida de la actividad microbiana y la tasa de descomposición de la materia orgánica en un gradiente ambiental, en diferentes ecosistemas y usos del suelo en Patagonia Sur (Peri et al., 2015). Por último, este trabajo es parte del proyecto PI 29-A383-1 Caracterización de los grupos funcionales de microorganismos y micorrizas en suelos de Santa Cruz: Influencia de diferentes intensidades de pastoreo y estrés hídrico, radicado en el ICASUR, departamento de Ciencias Exacta y Naturales de la Unidad Académica Río Gallegos de la UNPA.

RESUMEN

En Patagonia Sur, la principal actividad en Santa Cruz es la ganadería extensiva. Durante los últimos años se ha producido un proceso de degradación, resultado de una combinación de sobrepastoreo y sequía. En este contexto, la actividad biológica del suelo puede ser usado para interpretar el estado de degradación del pastizal, dado que es un indicador temprano de los disturbios que se generan. El objetivo fue estudiar los microorganismos de suelo en áreas ecológicas bajo distintos usos ganaderos en suelos de la Patagonia Sur. Para determinar los grupos de microorganismos y las simbiosis micorrízicas se realizó un muestreo en un

gradiente este- oeste en el Sur de Santa Cruz, en tres áreas ecológicas (Matorral de Mata Negra, Estepa Magallánica Seca y Húmeda) con diferentes usos ganaderos (moderado y alto).

El presente trabajo deja antecedentes de las primeras observaciones de los hongos micorrizicos en las raíces de las plantas y la cuantificación de grupos de hongos y bacterias en los suelos de los ecosistemas de la Patagonia Sur Argentina, lo que sirve de información base para el entendimiento de la importancia ecológica de los microorganismos y de su actividad en la calidad del suelo.

Palabras clave: hongos- bacterias- gradiente ambiental-carga animal- grupos funcionales

1. INTRODUCCION

En Patagonia Sur argentina, Santa Cruz tiene una superficie de 243.943 km² y se extiende desde las latitudes 46° a 52°S. La región presenta diferentes áreas ecológicas, pero la mayor parte es caracterizada como una región árida-semiárida, donde las precipitaciones disminuyen de 1000 a 200 mm año⁻¹ en un gradiente oeste - este y vientos predominantes del sector oeste con intensidades de moderados a fuertes (Peri *et al.*, 2013). Las temperaturas en toda la zona es templado frío con una media anual entre 5.5 y 8°C.

La ganadería extensiva es la principal actividad de la región Patagónica, con 3.138.000 cabezas (INDEC, 2005), de la cual se obtiene como productos principales lana cruda fina y carne de cordero. En Santa Cruz, las cargas animales varían desde 0,13 a 0,75 cabezas ha⁻¹ año⁻¹ según las áreas ecológicas y la intensidad de uso y el tamaño promedio de los establecimientos es de 12400 ha, siendo el mayor de unas 179.000 ha (Peri *et al.*, 2013). En esta región los sistemas ganaderos se caracterizan por el pastoreo continuo o de veranada internada en grandes extensiones de pastizal natural en un ambiente de clima frío, con fuertes vientos y marcada estacionalidad del pastizal semiárido. En estos ambientes, predominantemente de estepa de gramíneas y arbustos, la suplementación es casi inexistente o está reservada a ovinos de alta genética u otro tipo de animales (Cibils y Borrelli, 2005). En Patagonia la escasez de apotreramiento o realización incorrecta de los mismos (Golluscio *et al.*, 1998; Cibils y Coughenour, 2001), implicó un uso heterogéneo de la superficie por parte de los ovinos. Los ecosistemas de estepa cubren el 85% de la superficie de Santa Cruz, y se caracterizan principalmente por la presencia de

coirones (*Festuca, Stipa*), pastos cortos (*Poa, Carex*) y arbustos (*Berberis, Mulguraea*) (Peri *et al.*, 2013). Sin embargo, durante los últimos 70 años, en el centro de Santa Cruz se ha producido un proceso de degradación de la estepa (desertificación), resultado de una combinación de sobrepastoreo y sequía. Existen más de 6,5 millones de hectáreas afectadas por la desertificación (Del Valle *et al.*, 1995), donde la producción anual de los pastizales no supera los 40 Kg de materia seca ha⁻¹. Estos procesos de degradación se han producido en varias zonas debido a una sobreestimación de la capacidad de carga de estos pastizales, inadecuada distribución de los animales en grandes potreros heterogéneos, y el pastoreo continuo (Golluscio *et al.*, 1998). También se ha informado de que la intensidad de pastoreo en estos pastizales tiene afectos en los niveles de carbono (C) en el ecosistema. Peri (2011) informó que el contenido de C en los pastizales disminuyó de 130 Mg C ha⁻¹ bajo el pastoreo de baja intensidad (0,10 oveja ha⁻¹ año⁻¹) a 50 Mg C ha⁻¹ a altas cargas (0,70 oveja ha⁻¹ año⁻¹) debido principalmente a una disminución de la cubierta vegetal y el C perdido del suelo (principalmente la capa orgánica en áreas cada vez más desnudas) como consecuencia de la erosión del suelo por fuertes vientos. Por otro parte, en la provincia de Santa Cruz, aproximadamente 2.830.000 ha conforman el área ecológica denominada “Matorral de Mata Negra”, una estepa arbustiva dominada en un 60-70% por el arbusto “mata negra” (*Mulguraea tridens*). Estos arbustos desempeñan un rol fundamental en la dinámica de parches determinando una distribución heterogénea de la vegetación, lo que modifica la dinámica de carbono y nutrientes de la materia orgánica de residuos en descomposición, proceso fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas. Por su parte, la Estepa Magallánica Húmeda está compuesta principalmente por especies gramíneas que incluyen arbustos de *Chilotríchium diffusum* (mata negra fueguina) y sub arbusto de *Empetrum rubrum* (murtilla) que se ubican en los extremos SO y oriental, en la zona de cabo vírgenes de Santa Cruz y norte de Tierra del Fuego.

La relación suelo- microorganismos-planta, se da a través de procesos biológicos en la rizósfera, que se puede definir como la porción de suelo íntimamente asociada a las raíces de las plantas, con propiedades físicas, químicas y biológicas diferentes a las del resto del suelo. Entre el 10 y 30% de los fotosintatos de la planta son excretados en los exudados radicales. Así, la influencia de las raíces es decisiva para la multiplicación y diversificación de los microorganismos que crecen asociados a este ambiente, producto de las secreciones y exudaciones de compuestos tales como azúcares, ácidos orgánicos, aminoácidos y otros metabolitos secundarios. La composición de estas poblaciones microbianas varía entre especies de plantas debido a los diferentes perfiles de metabolitos que se liberan (Althabegoiti *et al.*, 2007). Dado que todos los microorganismos comparten el mismo hábitat, es decir

el suelo, se presentan interacciones entre ellos, tales como sinergismo, antagonismo o neutralismo. En el ambiente rizosférico se encuentran las micorrizas arbusculares (MA), que se describen como simbióticos mutualistas de distribución universal, establecidas entre ciertos hongos microscópicos y las raíces de la mayoría de las plantas, siendo estos componentes importantes de todos los ecosistemas terrestres (Brundrett, 1991; Smith y Read, 1997). Se estima que el 90% de todas las plantas superiores son micorrizadas y alrededor del 80% de éstas forman MA (Smith y Read, 1997). Actualmente se reconoce que las MA favorecen el establecimiento, la diversidad y supervivencia de las especies de plantas en los ecosistemas (Francis y Read, 1995; Zobel *et al.*, 1997; Wilson y Hartnett, 1997) por favorecer el reciclaje de nutrientes, mejorar la absorción de fosfato (y de otros nutrientes de baja movilidad en el suelo) e incrementar la capacidad de resistencia de las plantas frente a distintos tipos de estrés, tanto bióticos como abióticos, aunque estos efectos son consecuencias generalmente indirectas de la mejora de nutrición y las propiedades físicas del suelo (Miller y Jastrow, 1990; Thomas *et al.*, 1993).

La optimización de las actividades de las MA puede representar una reducción en el aporte de fertilizantes contribuyendo al desarrollo de sistemas productivos más sostenibles (agrícolas, pastoriles, forestales, etc.) (Ferrol *et al.*, 2006). En ambientes semiáridos como en Patagonia, se presentan condiciones que favorecen la capacidad infectiva de las MA en los suelos, siendo estas controladas en gran parte por el tipo de vegetación (amplio gradiente de vegetación en la Patagonia) y las condiciones ambientales que podrían ser factores que influyen en la dispersión y formación de propágulos. En este sentido, las interacciones entre las micorrizas vesículo arbusculares (MVA), plantas huésped y el suelo son complejas y poco conocidas en los ecosistemas semiáridos. Las plantas se benefician de su endófito cuando la limitante en suelo es el P dentro de un cierto rango de concentración, mejorando la absorción de este nutriente (Bethlenfalvay *et al.*, 1985), y a su vez estos se benefician de las plantas huéspedes por ser biótrofos obligados dependientes del carbono como fuente de energía (Snellgrove *et al.*, 1982). Sin embargo, existen pocos antecedentes sobre la actividad micorrízica y los grupos de microorganismos (bacterias y hongos totales) en los diferentes ecosistemas de Patagonia Sur por lo que el presente proyecto pretende investigar las características de las micorrizas propias de la región, la presencia de los diferentes grupos de bacterias y hongos y cómo influyen los diferentes usos ganaderos del pastizal, las áreas ecológicas y el estrés de humedad y contenido de nutrientes en los suelos sobre ellas. En relación al pastoreo y la colonización de las micorrizas, se ha encontrado varios trabajos que han revelado que las tasas de colonización radical por MA disminuyen luego de la defoliación (revisión de trabajos hecha por Gehring y Whitham, 2002), aunque también hay evidencias del caso opuesto (Hartley y Amos, 1999; Hokka *et al.*, 2004; Kula *et al.*, 2005), y casos en los

cuales no hubo diferencias en la colonización radical a diferentes intensidades de pastoreo (Medina- Roldán et al., 2008).

Este tipo de información es de fundamental importancia para entender el funcionamiento de estos ecosistemas y cómo influyen las distintas variables ambientales y de manejo en la productividad de los mismos. Sin embargo, no existen antecedentes sobre cuáles son los grupos de hongos y bacterias que están presentes en los suelos y como es la actividad micorrízica en los diferentes ecosistemas de Patagonia Sur por lo que el presente estudio pretende generar conocimiento sobre los microorganismos de suelo en estos sitios en forma natural, bajo uso ganadero, y diferentes condiciones de humedad y nutrientes en el suelo en Patagonia Sur.

2. LINEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO

Las líneas de investigación del Grupo están enmarcadas en Proyecto PICT-2016-3659 (Temas Abiertos) denominado “Influencia de diferentes intensidades de pastoreo, estrés hídrico y contenido de nutrientes sobre los microorganismos del suelo en Patagonia Sur”. Financiado por FONCyT (Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica) de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) de Nación, año 2017-2019. Resolución FONCyT N° 285/17.

Por su parte el Proyecto PI29/A 383-1. Tema: Caracterización de los grupos funcionales de microorganismos y micorrizas en suelos de Santa Cruz: Influencia de diferentes intensidades de pastoreo y estrés hídrico. Radicado en el ICASUR-UARG-UNPA. Expediente N°72375/16 tiene como ejes de tema que se están investigando:

1. Evaluar la colonización de micorrizas en raíces de plantas correspondientes a las principales formas de vida (coirón, intercoirón y subarbuscivo- arbustivo).
2. Evaluar la colonización de micorrizas en un gradiente climático y vegetacional bajo contrastantes intensidades de cargas históricas ganaderas.
3. Determinar el efecto de la intensidad de pastoreo sobre el grado de colonización de micorrizas en la principal especie del intercoirón.
4. Identificar los principales grupos funcionales en la población de microorganismos del suelo.

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ ESPERADOS

El porcentaje de colonización de micorrizas en las especies de plantas que se observaron hasta el momento mostró tendencias diferentes, entre las áreas ecológicas, cargas animales evaluadas y también entre cada especie vegetal comparada. El tratamiento de carga moderada presentó mayores valores de colonización micorrízica respecto al manejo de carga alta en todas las especies y en las distintas áreas ecológicas (figura 1). Ello podría estar relacionado dado que la mayor defoliación por el pastoreo intensivo (carga alta) afecta el crecimiento de hierbas y arbustos por consiguiente a la colonización MA, debido a una disminución de la superficie foliar y

un aumento de la relación raíz: follaje, que dan como resultado una disminución de la capacidad de suministro de carbono a las raíces, dado que la función de las simbiosis es totalmente dependiente carbono fijado por la planta.

Áreas Ecológicas	Cargas Ganaderas	Especies de Plantas				
		<i>Nardophyllum bryoides</i>	<i>Mulgurea tridens</i>	<i>Festuca gracillima</i>	<i>Poa spiciformis</i>	<i>Rytidosperma virescens</i>
Matorral de Mata Negra	Moderada	40 (± 7)	41 (± 11)	4 (± 2)	-	-
	Alta	21 (± 3)	25 (± 3)	3 (± 2)	-	-
Estepa Magallánica Seca	Moderada	49 (± 10)	-	24 (± 6)	2 (± 1)	26 (± 9)
	Alta	68 (± 4)	-	27 (± 7)	4 (± 2)	27 (± 7)
Estepa Magallánica Húmeda	Moderada	-	-	44 (± 10)	6 (± 4)	30 (± 5)
	Alta	-	-	20 (± 8)	1 (± 1)	13 (± 6)

Fig. 1. Valores medios y desvíos estándar de los porcentajes de colonización de Micorrizas en las raíces de las especies de plantas de las Áreas Ecológicas y sus diferentes cargas ganaderas (Alta y Moderada) en el Sur de Santa Cruz.
(*) Indica que la especie de planta no fue encontrada en el sitio

En respuesta al objetivo de identificar los principales grupos funcionales en la población de microorganismos del suelo en cada área y situación evaluada se tomaron muestras del campo en la estación de primavera. Luego de ser procesadas y acondicionadas se tomó una submuestra de 5 g que fue congelada (-80° C) hasta su extracción de ADN para evaluar la abundancia relativa de hongos y bacterias. El ADN microbiano se extrajo de 0,25 g de suelo usando el PowerSoil -htp 96 Well ADN aislamiento de suelo Kit (MOBIO Laboratories) con una Placa agitadora, utilizando un set adaptador (MOBIO Laboratories). Hasta el momento se tiene las extracciones de ADN guardada a -80° C, para continuar con la técnica de qPCR que se realizará bajo las placas de (Bio-Rad) utilizando Q SYBR Green Supermix (Bio-Rad), cebador directo, cebador inverso y la muestra. Para poder de esta manera determinar la abundancia de los grupos de bacterias y hongos de las diferentes áreas ecológicas bajo estudio del proyecto PI/A383-1 ICASUR-UNPA.

4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

El proyecto PICT 3659 y el PI29/A383-1 están permitiendo el desarrollo de la beca doctoral del Becario del CONICET Toledo Santiago quien forma parte de ambos proyectos como investigador/colaborador externo. Quien ha participado con otros grupos de trabajo de otros laboratorios como ser el de la Universidad Nacional de Comahue y la Universidad de Buenos Aires, ambos en las cátedras de Microbiología de las casas de estudios. Logrando de esta manera la formación en investigación de un nuevo recurso humano.

5. BIBLIOGRAFIA

- ALTHABEGOITI M. J., LÓPEZ F., MONGIARDINI E. J., PÉREZ GIMÉNEZ J., QUELAS J. I., LOPEZ GARCÍA S.L., LODEIRO A.R. (2007). Colonización rizosférica: movilidad y distribución de rizobacterias en el suelo y su interacción con las plantas. En: De la biología del suelo a la Agricultura (Thuar A., Cassán F., Olmedo C. Compiladores). UNRC. Argentina. 33-49.
- BETHLENFALVAY G. J., EVANS R. A., LESPERANCE A. L. (1985). Mycorrhizal colonization

of crested wheatgrass as influenced by grazing. *Agronomy Journal* 77:233-236.

- BRUNDRET M. C. 1991. Mycorrhizas in natural ecosystems. *Advances in Ecological Research* 21: 171–313.
- CIBILS A. F., BORRELLI P. R. (2005). Grasslands of Patagonia. in: Suttie, J.M., Reynolds, S.G., Batello, C. (Eds.). *Grasslands of the World*. FAO, Rome. pp. 121–170.
- CIBILS A. F., COUGHENOUR M. B. (2001). Impact of grazing management on the productivity.
- DEL VALLE H. F., EIDEN G., MENSCHING H., GOERGEN J. (1995). Evaluación del estado actual de la desertificación en áreas representativas de la Patagonia. Informe Final Fase I. Proyecto de Cooperación Técnica entre la República Argentina y la República Federal Alemana. Cooperación técnica argentino-alemana, proyecto INTA-GTZ, Lucha contra la Desertificación en la Patagonia a través de un sistema de Monitoreo Ecológico. INTA, Buenos Aires.
- FERROL N., GARCÍA-RODRÍGUEZ S., GONZÁLEZ-GUERRERO M., AZCÓN-AGUILAR C., BAREA J.M. (2006). Establecimiento y función de las micorrizas arbusculares. In: Fijación de Nitrógeno: fundamentos y aplicaciones (E.J. Bedmar, J. González ,C. Lluch y B. Rodelas, eds.). *Sociedad Española de Fijación de Nitrógeno* 24: 269-280.
- FRANCIS R., READ D. J. (1995). Mutualism and antagonism in the mycorrhizal symbiosis, with special reference to impacts on plant community structure. *Canadian Journal of Botany* 73(Supplement 1): S1301-S1309.
- GEHRING C.A., WHITHAM T.G. (2002). Mycorrhizae-herbivore interactions: population and community consequences. In: van der Heijden MG, Sanders I (Eds.). *Mycorrhizal ecology*. Berlín : Springer-Verlag. pp. 295–320.
- GOLLUSCIO R. A., DEREGIBUS V. A., PARUELO J. M. (1998). Sustainability and range management in the Patagonian steppes. *Ecología Austral*. 8: 265-284.
- GOLLUSCIO R.A., DEREGIBUS V.A., PARUELO J.M. (1998). Sustainability and range management in the Patagonian steppes. *Ecología Austral*. 8:265-284.
- HARTLEY S. E., AMOS L. (1999). Competitive interactions between *Nardus stricta* L. and *Calluna vulgaris* (L.) Hull: the effect of fertilizer and defoliation on above- and below- ground performance. *Journal of Ecology* 87: 330-340.
- HOKKA, V.; MIKOLA, L.; VESTBERG, M.; SETÄLÄ, H. (2004). Interactive effects of defoliation and an AM fungus on plants and soil organisms in experimental legume-grass communities. *Oikos* 106: 73-84.
- INDEC (2005). Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadística y Censos. http://www.indec.mecon.ar/agropecuario/cna_principal.asp.
- KULA, A.A.R.; HARTNETT, D.C.; WILSON, G.W.T. (2005). Effects of mycorrhizal symbiosis on tallgrass prairie plant herbivore interactions. *Ecology Letters* 8: 61-69.
- MEDINA- ROLDAN, E.; ARREDONDO, J.T.; HUBER- SANNWALD, E.; CHAPA-VARGAS, L.; OLALDE-PORTUGALL, V. (2008). Grazing effects on fungal root symbionts and carbón and nitrogen storage in a shortgrass steppe in Central Mexico. *Journal of Arid Environments* 72: 546-556.
- MILLER R. M., JASTROW J. D. (1990). Hierarchy of root and mycorrhizal fungal interactions with soil aggregation. *Soil Biol. Biochem.* 22: 579–584.
- PERI P. L., BAHAMONDE H., CHRISTIANSEN R. (2015). Soil respiration in Patagonian semiarid grasslands under contrasting environmental and use conditions. *Journal of Arid Environments*. 119: 1-8.
- PERI P.L. (2011). Carbon Storage in Cold Temperate Ecosystems in Southern Patagonia, Argentina. In: Islam Atazadeh (ed.), *Biomass and Remote Sensing of Biomass*, pp. 213-226. InTech, Lijeka, Croatia.
- PERI P.L., LENCINAS M.V., MARTINEZ PASTUR G., WARDELL-JOHNSON G.W., LASAGNO R. (2013). Diversity patterns in the steppe of Argentinean Southern Patagonia: Environmental drivers and impact of grazing. En: *Steppe Ecosystems: Biological Diversity, Management and Restoration* (Eds. Morales Prieto M.B. and Traba Díaz J.), pp.73-95 (Chapter 4). NOVA Science Publishers, Inc., New York, USA. 346 pp. ISBN: 978-1-62808-298-2.
- SMITH S.E., READ D.J. (1997). *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, London.
- SNELLGROVE R. C., SPLITTSTOESSER W. E., STRIBLEY D. P., TINKER P. B. (1982). The distribution of carbon and the demand of the fungal symbiont in leek plants with vesicular-arbuscular mycorrhizas. *New Phytologist*. 92(1): 75-87.
- THOMAS R. S., FRANSON R. L., BETHLENFALVAY G. J. (1993). Separation of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus and root effects on soil aggregation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57: 77–81.
- WILSON G. W. T., HARTNETT D. C. (1997). Effects of mycorrhizas on plant growth and dynamics in experimental tallgrass prairie microcosms. *American Journal of Botany* 84: 478–482.
- ZOBEL M., MOORA M., HAUKIOJA E. (1997). Plant coexistence in the interactive environment: arbuscular mycorrhizae should not be out of mind. *Oikos* 78:202–206.