

LA GLOMALINA Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE MAÍZ

B. Grümberg⁽¹⁾; C. Conforto⁽¹⁾; A. Rovea⁽²⁾; M. Boxler⁽²⁾; G. March⁽¹⁾; C. Luna⁽¹⁾; J. Meriles⁽³⁾ & S. Vargas Gil⁽¹⁾

⁽¹⁾ INTA-IFFIVE, Camino 60 Cuadras km. 5,5 Córdoba C.P. 5119

betigrum@hotmail.com, econforto@yahoo.com.ar, gmarch@iffive.inta.gov.ar, cluna@iffive.inta.gov.ar, svargasil@iffive.inta.gov.ar

⁽²⁾ CREA Región Sur de Santa Fe - Ruta 33 Km 636 C.P. 2600 Venado Tuerto.

arovea@cresud.com.ar, miguelboxler@arnet.com.ar

⁽³⁾ Universidad Nacional de Córdoba, Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV. CONICET),

jmeriles@efn.uncor.edu

Presentado al XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo – AACs – Rosario 31 de Mayo al 4 de Junio de 2010

Introducción

La evaluación de la productividad del suelo y del aumento o mantenimiento de su calidad son necesarios para definir la sustentabilidad de las prácticas agrícolas. Una manera de cuantificar el efecto del manejo sobre la salud del suelo se basa en analizar sus parámetros químicos, físicos y biológicos (Vargas Gil *et al.*, 2009). Dentro de los indicadores biológicos más eficientes se encuentran los hongos micorrícicos arbusculares (HMA), que están relacionados con la nutrición de la planta y su sanidad, y la estructura del suelo en el que se desarrollan los cultivos. Esto se debe a que los HMA se establecen en simbiosis en el sistema radical de las plantas, produciéndose un intercambio de solutos y agua. Las plantas se benefician ya que incrementan su nivel nutricional debido a que las hifas tienen una capacidad exploratoria del suelo hasta 100 veces mayor que la de las raíces, mientras que los HMA reciben sustratos carbonados a cambio (Mosse & Phillips, 1971). Estos HMA producen glomalina, una glicoproteína que protege a las hifas durante el transporte de nutrientes desde la planta hasta el extremo de la hifa, y desde el suelo hasta la planta. Una vez que las hifas dejan de transportar nutrientes y senescen, la glomalina contenida en sus células se libera y se acumula en el suelo, representando el 5% del contenido de carbono (C) y nitrógeno (N) edáfico (Treseder & Turner, 2006). Allí esta glicoproteína actúa como un aglutinante de minerales y materia orgánica, por lo que está en directa relación con la estabilidad de agregados y la estructura del suelo. Es decir que la cuantificación de glomalina de un agroecosistema tiene varias implicancias, ya que su abundancia estaría reflejando buenas posibilidades nutricionales para la planta debido a: i) el incremento del volumen radicular, sobre todo en lo relacionado a la absorción de P, ii) la mejor agregación del suelo e infiltración de agua, y iii) la mayor

permeabilidad al aire, actividad microbiana general y resistencia a la erosión del suelo, entre otros procesos.

El objetivo de este trabajo fue cuantificar el contenido de glomalina del suelo para evaluar el efecto de la fertilización inorgánica, y analizar su relación con parámetros químicos del suelo y el rendimiento de maíz.

Materiales y Métodos

Para cuantificar el efecto de la fertilización inorgánica sobre el contenido de glomalina del suelo, y poder establecer correlaciones con parámetros químicos y físicos, se tomaron muestras de suelo de un ensayo que forma parte de la Red de Nutrición de la Región CREA Sur de Santa Fe (CREA-IPNI-ASP), ubicado en la localidad de Teodelina, provincia de Santa Fe. En ese ensayo se aplican N, P, S, K y micronutrientes, desde 2000 en una rotación maíz-trigo/soja, en las siguientes combinaciones: PS, NS, NP, NPS, NPSK+Micronutrientes (Tabla 1), y Testigo (sin adición de fertilizante), con 3 repeticiones siguiendo un diseño en bloques



Vista del ensayo de maíz de la Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe en Teodelina (Santa Fe), Campaña 2006/07

completos al azar. Hacia el final del ciclo del cultivo se tomaron muestras de suelo provenientes de los 5 primeros cm. De cada parcela se extrajeron seis muestras de suelo compuestas, siguiendo un diseño en V. Los muestreos se efectuaron 15-20 días antes de la cosecha del cultivo. Las muestras fueron secadas y tamizadas, para determinar el contenido de C total (Black, 1965), N total por micro-Kjeldhal (Bremner, 1996), P extractable (Bray & Kurtz, 1945) y azufre (Fontanive *et al.*, 2004). La cuantificación de glomalina fácilmente extractable se realizó según Wright & Upadhyaya (1996).

Resultados y Discusión

Los datos encontrados presentaron una correlación positiva y significativa entre los valores de glomalina y el contenido de C total ($r=0,30$), N total ($r=0.27$), y S inorgánico ($r=0.23$) en el suelo, y no hubo correlación con el contenido de P (Tabla 2). También se encontró una correlación positiva y significativa entre la abundancia de glomalina y el rendimiento del cultivo de maíz ($r=0.43$), registrándose el mayor rendimiento en el tratamiento NPSKMicro (11807 kg ha^{-1}) (datos no mostrados).

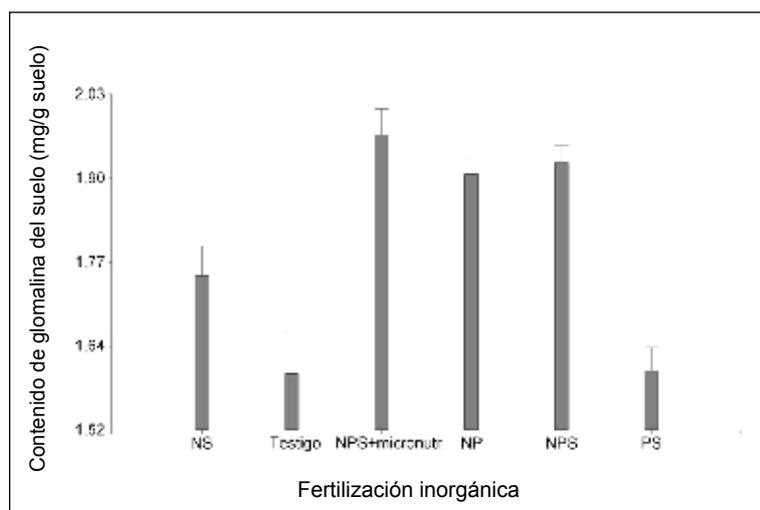


Figura 1. Efecto de la fertilización inorgánica sobre el contenido de glomalina del suelo, cuantificado a partir de un ensayo ubicado en la localidad de Teodelina (Santa Fe), Red de Nutrición Región CREA Sur de Santa Fe.

Fue notable el efecto de la fertilización sobre el contenido de glomalina del suelo, siendo mayor en los tratamientos NPSKMicro, NPS y NP, con 1.97; 1.92 y 1.91 mg de proteína g^{-1} suelo, respectivamente, sin diferencias significativas entre estos tratamientos. El contenido más bajo se registró en PS y Testigo con 1.61 y 1.60 mg de proteína g^{-1} suelo, respectivamente, sin diferencia significativa entre ambos tratamientos (Figura 1). Además, el rendimiento del cultivo de maíz mostró similar tendencia que el contenido de glomalina del suelo (datos no mostrados), siendo 156% mayor en el tratamiento NPSKMicro en relación al Testigo.

Según varios autores, la fertilización puede afectar las poblaciones, composición y funciones de los microorganismos del suelo (Marschner *et al.*,

Tabla 1. Dosis de fertilizantes agregados en los tratamientos de fertilización en maíz en la campaña 2008-09. Teodelina (Santa Fe), Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe (CREA-IPNI-ASP).

Tratamiento	Testigo	PS (kg ha^{-1})	NS (kg ha^{-1})	NP (kg ha^{-1})	NPS (kg ha^{-1})	NPSKMicro (kg ha^{-1})
N	-	18	160	160	160	160
P	-	35	-	35	35	35
S	-	17	17	-	17	17
K	-	-	-	-	-	14
Mg	-	-	-	-	-	8
B	-	-	-	-	-	1
Zn	-	-	-	-	-	2
Cu	-	-	-	-	-	2

Tabla 2. Análisis de correlación entre el contenido de glomalina del suelo y el rendimiento del cultivo de maíz, y parámetros químicos del suelo como resultado de la fertilización inorgánica (P, N, S y micronutrientes).

	Coeficientes de correlación de Pearson (r)				
	Rendimiento	C total	N total	P extractable	S inorgánico
Glomalina	0.43*	0.30*	0.27*	0.21	0.23*

* Significativo con $P \leq 0.05$

2003; Vargas Gil *et al.*, 2009). Dentro de estos grupos están los HMA en directa relación con el aspecto nutricional de la planta, siendo un indicador de su presencia, el contenido de glomalina del suelo. Hay varios aspectos que determinan la producción de glomalina por el hongo, como el volumen radicular, la presencia de plantas hospedantes, y el balance de nutrientes en el tejido vegetal, debido a la alteración en la disponibilidad de fotosintatos para el HMA (Nichols & Wright, 2005). Estas características de la planta son además influenciadas por la disponibilidad de nutrientes inorgánicos y agua en el suelo. Por otra parte, también la descomposición de la glomalina puede ser alterada por características del suelo como la disponibilidad de nutrientes, que influirá sobre la actividad microbiana (Nichols & Wright, 2005). Debe tenerse en cuenta que las plantas translocan más C y N a sus HMA simbioses cuando el crecimiento está restringido por la falta de nutrientes (Treseder, 2004), es decir que una fertilización con N y P reduciría el crecimiento del HMA debido a que no habría limitantes nutricionales. Sin embargo, en este trabajo la adición de N y P en forma conjunta registró el mayor contenido de glomalina. Si bien estos resultados son diferentes a los encontrados por la mayoría de los investigadores, coinciden con información presentada por algunos autores que afirman que en suelos fertilizados la cantidad de glomalina suele ser alta ya que la descomposición de la hifas, con su consiguiente liberación, es más rápida que en suelos no fertilizados (Lovelock *et al.*, 2004). Además, otros autores también encontraron correlación positiva entre el contenido de glomalina y N total en el suelo (Knorr *et al.*, 2003), y Nichols & Wright (2005) no encontraron correlación entre el contenido de P y glomalina, similar a nuestro trabajo. Los efectos de la adición de nutrientes al suelo son variables en cuanto a la producción y descomposición de glomalina, lo que puede prestarse a controversia entre investigaciones, como señalan Nichols & Wright (2005). La cuantificación de glomalina a partir de suelo es una herramienta promisorio como "biomarcador" para cuantificar el efecto de determinadas prácticas agrícolas, como en este caso la fertilización inorgánica. Como pudo comprobarse en este trabajo, los HMA juegan un rol fundamental en la nutrición mineral de las plantas, en la adquisición de elementos esenciales, fundamentalmente los de lenta movilidad, tales como P, K, Cu y Zn (Marschner, 1995). Dado que nuestros resultados muestran diferencias a los encontrados por otros autores, es conveniente continuar con este tipo de estudios para poder entender mejor la dinámica de la glomalina en el suelo.

Conclusión

La glomalina es un buen bioindicador del efecto que produce la fertilización inorgánica sobre los HMA, microorganismos que están íntimamente relacionados con el nivel nutricional de las plantas. Mientras mas completa sea la fertilización, como en el caso del tratamiento NPS+ micronutrientes de este trabajo, mas eficiente es su respuesta en cuanto al mayor contenido de glomalina en el suelo, mas abundancia de HMA y consecuentemente mayor rendimiento del cultivo de maíz.

Financiamiento: Convenio de Vinculación Tecnológica INTA-CREA Sur de Santa Fe.

Bibliografía

- Black C.A.** 1965. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy, Inc., Publisher Madison, Wisconsin, pp. 770.
- Bremner J.M.** 1996. Nitrogen-total. *In: Methods of soil analysis, Part 3, Chemical methods.* Sparks, DL (ed.). Soil Sci Soc America. Book series N° 5, pp. 1085-1128.
- Bray R.H. & L.T. Kurtz.** 1945. Determination of total organic and available forms of Phosphorus in soils. *Soil Science* 59: 39-45.
- Fontanive A., H. Jiménez., A. De la Horra., D. Efron y L. Defrieri.** 2004. Determinación de azufre inorgánico en suelos. Método turbidimétrico. *In: Sistemas de apoyo metodológico para Laboratorio de Análisis de suelo, agua, vegetales y enmiendas orgánicas.* SAGPyA. ISBN 987-9184-40-8
- Knorr M.A., R.E.J. Boerner & M.C. Rillig.** 2003. Glomalin content of forest soils in relation to fire frequency and landscape position. *Mycorrhiza* 13:205-210.
- Lovelock C.E., S.F. Wright & K.A. Nichols.** 2004. Using glomalin as an indicator for arbuscular mycorrhizal hyphal growth: An example from a tropical rain forest soil. *Soil Biol. Biochem.* 36:1009-1012.
- Marschner H.** 1995. Mineral nutrition of higher plants, 2nd edition, Academic Press, London, 889 pp.
- Marschner P., E. Kandeler & B. Marschner.** 2003. Structure and function of the soil microbial community in a long-term fertilizer experiment. *Soil Biol. Biochem.* 35: 453-461.
- Mosse B. & J.M. Phillips.** 1971. The influence of phosphate and other nutrients on the development of vesicular-arbuscular mycorrhiza in culture. *J. Gen. Microbiol.* 1971: 157-166.
- Nichols K.A. & S.F. Wright.** 2005. Comparison of glomalin and humic acid in eight native US soils. *Soil Sci.* 170: 985-997.
- Treseder K.K.** 2004. A meta-analysis of mycorrhizal responses to nitrogen, phosphorus, and atmospheric CO₂ in field studies. *New Phytol.* 164:347-355.
- Treseder K.K. & K.M. Turner.** 2006. Glomalin in ecosystems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71:1257-1266.
- Vargas Gil S., A. Becker., C. Oddino., M. Zuza., A. Marinelli & G. March.** 2009. Soil biological, chemical and physical responses to the impact of tillage intensity, fertilization, and cattle grazing in a long-term field trial. *Environ. Management* 44: 378-376.
- Wright S.F. & A. Upadhyaya.** 1996. Extraction of an abundant and unusual protein from soil and comparison with hyphal protein of arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Science* 161: 575-586. ■