

1. Diversidad, Monitoreo, Indicadores y Conservación

Hongos micorrícicos arbusculares en asociación con *Lotus tenuis* en ambientes halomórficos de la Cuenca del río Salado

García Ileana^{(1)*}, Cabello Marta⁽²⁾, Fernández-López Carolina⁽³⁾, Chippano Tomás⁽¹⁾, Mendoza Rodolfo⁽¹⁾

⁽¹⁾ Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" (MACN-CONICET). ⁽²⁾ Instituto de Botánica Carlos Spegazzini (CICPBA). ⁽³⁾ INTA.

* igarcia@macn.gov.ar; Av. Ángel Gallardo 470 (C1405DJR), Ciudad de Buenos Aires, Argentina, 54-11- 49829410.

Palabras clave: hongos micorrícicos arbusculares, *Lotus tenuis*, ambientes halomórficos

Resumen

El objetivo de este trabajo fue caracterizar la comunidad nativa de hongos MA en la rizósfera de *L. tenuis* en suelos halomórficos de la Cuenca del río Salado ante distintas condiciones de manejo. Los ambientes seleccionados se diferencian en pastizales naturales y con promoción de *L. tenuis* por aplicación de herbicida. Como hipótesis se plantea que la composición de la comunidad MA está influenciada por las propiedades edáficas y el manejo que presente cada ambiente.

Se seleccionaron 8 sitios con suelos halomórficos y distinto manejo en Chascomús (Buenos Aires): tres pastizales naturales donde crece habitualmente *L. tenuis* y cinco sitios con promoción de *L. tenuis* por aplicación de 3,5 L/ha/año de glifosato. En cada sitio, se recolectaron al azar cinco plantas de *L. tenuis* con suelo rizosférico. Se caracterizó la colonización MA en las raíces. En suelo se midieron: pH, CE, PSI, Ca, Mg, Na, K; y densidad de esporas MA. Las esporas MA fueron identificadas a nivel de especie.

La colonización MA y pH y PSI mostraron una relación positiva en los pastizales naturales, y una relación negativa en los sitios con promoción de *L. tenuis*. Estos resultados indicarían que la colonización MA aumenta en los pastizales naturales ante un incremento de la salinidad y sodicidad, pero en los sitios con promoción la colonización MA disminuye ante el incremento de la severidad en las condiciones edáficas.

Glomeraceae, Claroideoglomeraceae, Acaulosporaceae y Diversisporaceae son las familias con mayor densidad de esporas. Glomeraceae es la única familia presente en todos los sitios, y particularmente, *Funneliformis mosseae*, es la única especie descrita en todos los ambientes estudiados, independientemente de las propiedades edáficas y del manejo. Las familias de hongos MA constituyen un buen indicador a fin de diferenciar los sitios estudiados por sus características edáficas y/o manejo en la Cuenca del río Salado.

Introducción

La Cuenca del río Salado congrega diferentes condiciones de estrés: salinidad, sodicidad, estrés hídrico y deficiencia de P. Es una zona de cría bovina sostenida principalmente por pastizales naturales, dominados por gramíneas, con una significativa merma de cantidad y calidad forrajera principalmente en inviernos y veranos secos. La falta de leguminosas perennes, y un pastoreo poco controlado, profundizan el problema.

Lotus tenuis, leguminosa naturalizada, de excelente valor forrajero y gran plasticidad, ha generado una alternativa para mejorar la productividad de la zona (Cahuépe, 2004). Además, *L. tenuis* establece relación simbiótica con hongos micorrícicos arbusculares (MA) y bacterias fijadoras de N₂ (Mendoza y Pagani, 1997; García y Mendoza, 2008). Estas características la han convertido en una especie de interés para el estudio de su interacción con hongos MA, especialmente ante condiciones de estrés, las cuales constituyen un factor regulador del crecimiento vegetal en cada ecosistema de la Cuenca.

La promoción es una práctica agronómica que consiste en eliminar la competencia de especies no deseadas. La promoción de *L. tenuis* constituye una alternativa para superar la deficiencia de forraje en verano. *L. tenuis* no es competitiva durante la implantación, por lo tanto, la aplicación de glifosato (herbicida de post-emergencia) en invierno elimina las malezas de hoja ancha, mejora su implantación, y por lo tanto, aumenta su dominancia.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar la comunidad nativa de hongos MA en la rizósfera de *L. tenuis* en suelos halomórficos de la Cuenca del río Salado ante distintas condiciones de manejo. Los ambientes seleccionados para este estudio se diferencian en pastizales naturales y pastizales con promoción de *L. tenuis* por aplicación de herbicida.

Materiales y Métodos

En diciembre de 2014, se seleccionaron 8 sitios con suelos halomórficos y distinto manejo en Chascomús (Buenos Aires), pudiendo diferenciar: tres sitios con pastizales naturales donde crece habitualmente *L. tenuis* y cinco sitios con promoción de *L. tenuis* por aplicación de herbicida (Tabla 1). La promoción de *L. tenuis* está basada en la aplicación de 3,5 L/ha/año de glifosato (en invierno), con cinco años de tratamiento al momento del muestreo. Todos los sitios presentan una carga similar de ganado vacuno por año. En cada sitio, se recolectaron al azar cinco plantas semejantes de *L. tenuis* con suelo rizosférico y se relevó la composición florística a través del método de *Daget y Poissonet* (1971). En las raíces de *L. tenuis* se caracterizó la colonización MA (Mc Gonigle y col. 1990). En suelo, se midieron: pH, CE, PSI, Ca, Mg, Na y K (*Jackson, 1964*). Las esporas de hongos MA se aislaron de 100 g de suelo rizosférico (*Walker y col., 1982*), y fueron identificadas a nivel de especie (*Colección INVAM <http://invam.caf.wvu.edu>*).

El tratamiento estadístico incluyó análisis de varianza (ANOVA) y test de Tukey. Las comunidades de hongos MA fueron analizadas por ACC. Las variables fueron: densidad de esporas de MA clasificadas por familias (matriz principal), y pH, PSI y Frecuencia relativa (Fr) *L. tenuis* (matriz secundaria).

Resultados y Discusión

Los sitios seleccionados en la Cuenca del río Salado presentaron diferentes niveles de salinidad y sodicidad, y un incremento en la Fr de *L. tenuis* en los sitios con promoción (sitios 4 al 8) (Tabla 1).

La colonización MA (índice MC) en las raíces de *L. tenuis* alcanza valores desde 0,82 (sitio 5) hasta 0,97 (sitio 3) (Fig. 1a). En promedio, el índice MA alcanzó un valor mayor en los sitios con pastizales naturales en comparación con el valor medio de los sitios con promoción de *L. tenuis*. El índice de colonización por arbusculos es elevado en cada sitio estudiado, lo cual indica que la simbiosis estaría activa al momento del muestreo independientemente de las condiciones edáficas y manejo en cada ambiente (Fig. 1b). El índice MC se correlaciona positivamente con las variables de suelo: pH y PSI en los pastizales naturales (Fig. 1c), y en forma negativa en los sitios con promoción de *L. tenuis* (Fig. 1d).

Estos resultados indican que la colonización MA aumenta ante un incremento de la salinidad y sodicidad en los pastizales naturales, pero en las promociones la colonización MA disminuye ante el incremento de la severidad en las variables edáficas. A partir de éstos resultados se postula que la comunidad de hongos MA en los sitios con promoción de *L. tenuis* podría ser menos efectiva en el establecimiento y posterior mantenimiento de la colonización radical debido a que la viabilidad de las esporas en suelo es afectada por la aplicación de herbicida según reportó *Druille y col. (2015)*. Es necesario tener en cuenta que la concomitante pérdida de diversidad vegetal producida por la aplicación de herbicida

también puede afectar a la comunidad de hongos MA. Si bien cada comunidad fúngica está adaptada a las condiciones del suelo de cada sitio de la Cuenca, las diferentes propiedades edáficas no necesariamente modificarían la dinámica de la colonización por arbusculos en las raíces de *L. tenuis*, estos resultados concuerdan con observaciones previas de la dinámica de la colonización MA en *L. tenuis* en un trabajo espacio-temporal a lo largo de un gradiente de humedad, salinidad y sodicidad en la Cuenca del Salado (García y Mendoza, 2008).

En el presente estudio se registraron un total de veintidós especies de hongos MA en la rizósfera de *L. tenuis* en suelos halomórficos de la Cuenca del Salado (Tabla 2). Las especies descritas se agrupan en siete familias, cuatro de ellas presentan mayor densidad de esporas: Glomeraceae, Claroideoglomeraceae, Acaulosporaceae y Diversisporaceae (Fig. 2). Glomeraceae es la única familia presente en todos los sitios, y particularmente, *Funneliformis mosseae*, es la única especie descrita en todos los ambientes estudiados, independientemente de las propiedades edáficas y del manejo que presente cada ambiente. *Claroideoglopus etunicatum* y *Septoglopus constrictum* fueron descritas en todos los sitios excepto el sitio 8. *Acaulospora mellea*, *Claroideoglopus claroideum* y *Diversispora spurca* se encuentran presentes en la mayoría de los sitios, excepto los sitios 6 y 8. Las especies restantes mencionadas en la Tabla 2 se encuentran presentes en tres o menos sitios y con Fr bajas.

La figura 3 muestra un ACC de los datos de densidad de esporas de hongos MA agrupados a nivel de familia en función de las propiedades edáficas y Fr *L. tenuis*. Los ejes 1 y 2 del gráfico explican 26,2% de la varianza total, formada por 23,5% del eje 1 y 2,7% del eje 2. El test de Monte Carlo indicó que el eje 1 es significativo ($P=0,001$). La familia Claroideoglomeraceae se encuentra asociada con el incremento del pH y PSI, y baja Fr *L. tenuis* (sitio 3, pastizal natural). Acaulosporaceae y Glomeraceae están asociadas a Fr *L. tenuis* altas y una disminución del pH y PSI (sitios 7 y 8, sitios con promoción de *L. tenuis*). La familia Diversisporaceae está asociada a los sitios 2 y 4.

Conclusiones

La colonización MA es mayor en los pastizales naturales en comparación con los sitios con promoción de *L. tenuis* por la aplicación anual de herbicida. En los pastizales naturales, la colonización MA aumentó ante un incremento de la salinidad y sodicidad, y podría indicar una mayor dependencia por la asociación con hongos MA en estos ambientes. En la promoción, la colonización MA disminuye ante el incremento de la severidad en las variables edáficas, estos resultados podrían asociarse al efecto perjudicial del herbicida sobre la comunidad fúngica.

Glomeraceae, Claroideoglomeraceae, Acaulosporaceae y Diversisporaceae son las familias con mayor densidad de esporas. Glomeraceae es la única familia presente en todos los sitios, y particularmente, *Funneliformis mosseae*, es la única especie descrita en todos los ambientes estudiados, independientemente de las propiedades edáficas y del manejo que presente cada ambiente. Las familias de hongos MA constituyen un buen indicador a fin de diferenciar los sitios estudiados por sus características edáficas y/o manejo en la Cuenca del río Salado.

Los resultados presentados en este trabajo son los primeros en su tipo, y constituyen el primer paso hacia un estudio espacio-temporal de la simbiosis hongos MA- *L. tenuis*., el cual incluirá también herramientas moleculares para la descripción taxonómica de hongos MA en las raíces de *L. tenuis* en la Cuenca del río Salado.

Institución financiadora

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y CICPBA.

Bibliografía

- Cahuépe, M. 2004. Does *Lotus glaber* improve beef production at the Flooding Pampas?. *Lotus Newsletter*. 34: 38-43
- Colección INVAM <http://invam.caf.wvu.edu>
- Daget, P.; Poissonet, J. 1971. Uné méthode d'analyse phytologique des prairies. Critères d'application. *Annales agronomiques*. 22: 5-41.
- Druille, M.; Cabello, M. N.; Parisi, P. G.; Golluscio, R. A.; Omacini, M. 2015. Glyphosate vulnerability explains changes in root-symbionts propagules viability in pampean grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 202: 48-55.
- García, I; Mendoza, R. 2008. Relationships among soil properties, plant nutrition and arbuscular mycorrhizal fungi-plant symbioses in a temperate grassland along hydrologic, saline and sodic gradients. *FEMS Microbiology Ecology*. 63: 359–371.
- Jackson, M. L. 1964. *Soil Chemical Analysis*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Mc Gonigle, T.; Millar, M.; Evans, D.; Fairchild, G.; Swan, J. 1990. A new method which gives an objective measure of colonization of roots by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytologist*. 115: 495-501.
- Mendoza, R.; Pagani, E. 1997. Influence of phosphorus nutrition on mycorrhizal growth response and morphology of mycorrhizae in *Lotus tenuis*. *Journal of Plant Nutrition*. 20: 625-639.
- Walker, C.; Mize, C. W.; McNabb Jr, H. S. 1982. Populations of endogonaceous fungi at two locations in central Iowa. *Canadian Journal of Botany*. 60: 2518-2529.

Tabla 1. Características generales y propiedades edáficas de los sitios seleccionados.

Sitio	Tipo de pastizal	Suelo	pH	PSI (%)	Na ⁺ (meq/100g)	K ⁺ (meq/100g)	Ca ²⁺ (meq/100 g)	Mg ²⁺ (meq/100g)	Fr <i>L. tenuis</i>
1	natural	Natraquoll	6,11	4,51	0,51	1,26	7,21	2,19	16,75
2	natural	Natraqualf	8,33	22,56	4,35	2,54	7,39	4,81	21,43
3	natural	Natraqualf	9,42	25,83	4,02	1,77	5,93	3,788	15,71
4	promoción	Albacualf	7,36	17,64	2,45	1,046	7,08	3,258	14,61
5	promoción	Natraqualf	8,29	13,59	2,882	1,432	13,48	3,43	38,35
6	promoción	Natraqualf	8,09	13,04	3,054	1,546	14,35	4,624	30,79
7	promoción	Natraquoll	7,40	12,94	1,818	0,996	9,912	3,05	33,98
8	promoción	Natraquoll	6,01	2,68	0,324	1,56	8,312	2,006	48,45

Tabla 2. Clasificación taxonómica de hongos MA en suelo rizosférico de *L. tenuis* en ambientes halomórficos de la Cuenca del río Salado.

Familia	Especie
Glomeraceae	<i>Funneliformis mosseae</i> (T.H. Nicolson & Gerd.) C. Walker & A. Schüßler <i>Glomus lamellosum</i> Dalpé, Koske & Tews <i>Rhizophagus clarum</i> (T.H. Nicolson & N.C. Schenck) C. Walker & A. Schüßler <i>Rhizophagus intraradices</i> (N.C. Schenck & G.S. Sm.) C. Walker & A. Schüßler <i>Septoglomus constrictum</i> (Trappe) Sieverd., G.A. Silva & Oehl
Claroideoglomeraceae	<i>Claroideoglomus claroideum</i> (N.C. Schenck & G.S. Sm.) C. Walker & A. Schüßler <i>Claroideoglomus etunicatum</i> (W.N. Becker & Gerd.) C. Walker & A. Schüßler
Acaulosporaceae	<i>Acaulospora brasiliensis</i> (B.T. Goto, L.C. Maia & Oehl) C. Walker, Krueger & Schuessler <i>Acaulospora delicata</i> C. Walker, C.M. Pfeiff. & Bloss <i>Acaulospora mellea</i> Spain & N.C. Schenck <i>Acaulospora scrobiculata</i> Trappe <i>Acaulospora spinosa</i> C. Walker & Trappe <i>Acaulospora tuberculata</i> Janos & Trappe <i>Entrophospora infrequens</i> (I.R. Hall) R.N. Ames & R.W. Schneid <i>Entrophospora nevadensis</i> Palenzuela, Ferrol, Azcón-Aguilar & Oehl
Diversisporaceae	<i>Diversispora spurca</i> (C.M. Pfeiff., C. Walker & Bloss) C. Walker & A. Schüßler
Ambisporaceae	<i>Ambispora fecundispora</i> (N.C. Schenck & G.S. Sm.) C. Walker <i>Ambispora gerdemannii</i> (S.L. Rose, B.A. Daniels & Trappe) C. Walker, Vestberg & A. Schüssler,
Gigasporaceae	<i>Scutellospora biomata</i> Spain, Sieverd. & S. Toro <i>Scutellospora fulgida</i> Koske & C. Walker <i>Scutellospora pellucida</i> (Nicol. & N.C. Schenck) C. Walker & F.E. Sanders
Pacisporaceae	<i>Pacispora robiginia</i> Oehl & Sieverding

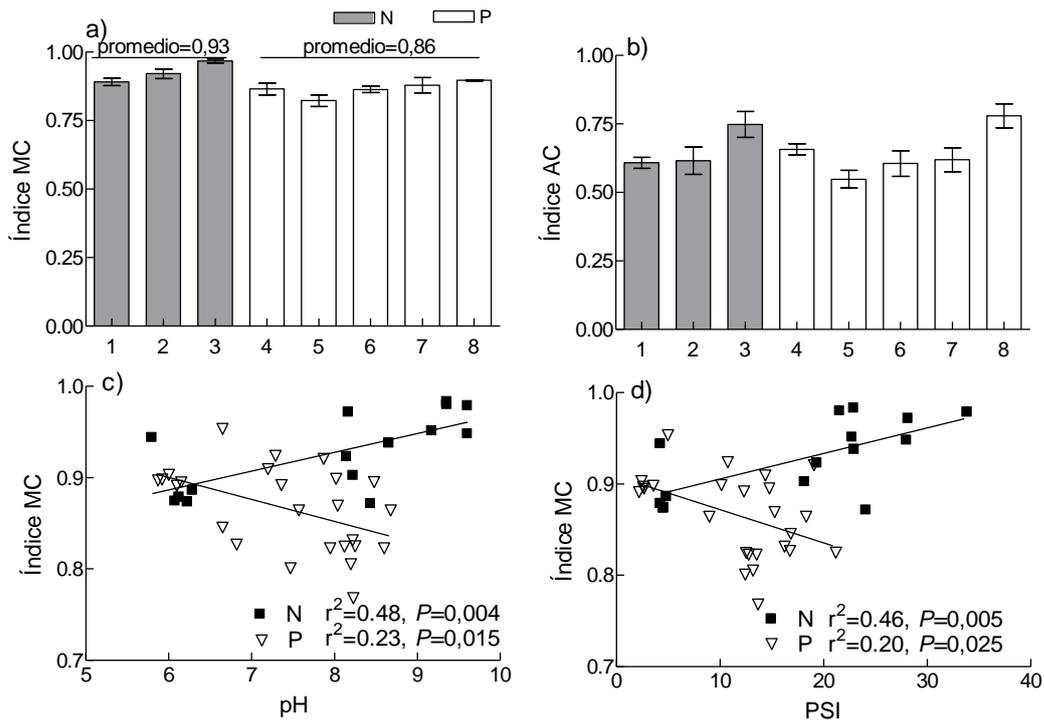


Figura 1. Colonización micorrícica arbuscular (Índice MC) (a) y colonización por arbusculos (Índice AC) (b) en las raíces de *Lotus tenuis* en ambientes halomórficos con distinto manejo de la Cuenca del río Salado. Relación entre la colonización de hongos MA (índice MC) y las propiedades edáficas (pH (c), y PSI (d)) en ambientes que se caracterizan por la presencia de pastizales naturales donde crece habitualmente *L. tenuis* (N), y sitios con promoción de *L. tenuis* por aplicación de herbicida (P). Sitios 1 al 3, pastizal natural; Sitios 4 al 8, promoción de *L. tenuis*.

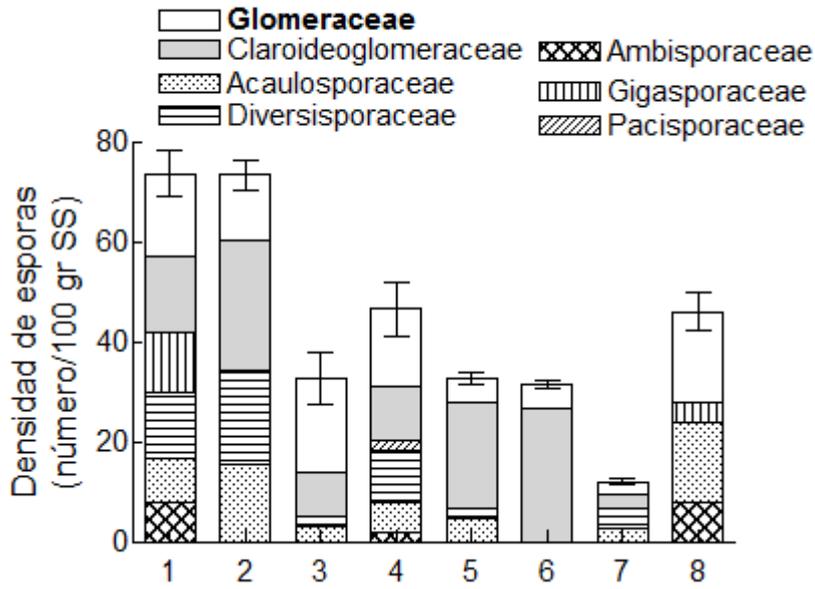


Figura 2. Densidad de esporas de hongos MA informada a nivel de familia en la rizósfera de *Lotus tenuis* en ambientes halomórficos con diferente manejo de la Cuenca del río Salado. Sitios 1 al 3, pastizal natural; Sitios 4 al 8, promoción de *L. tenuis*.

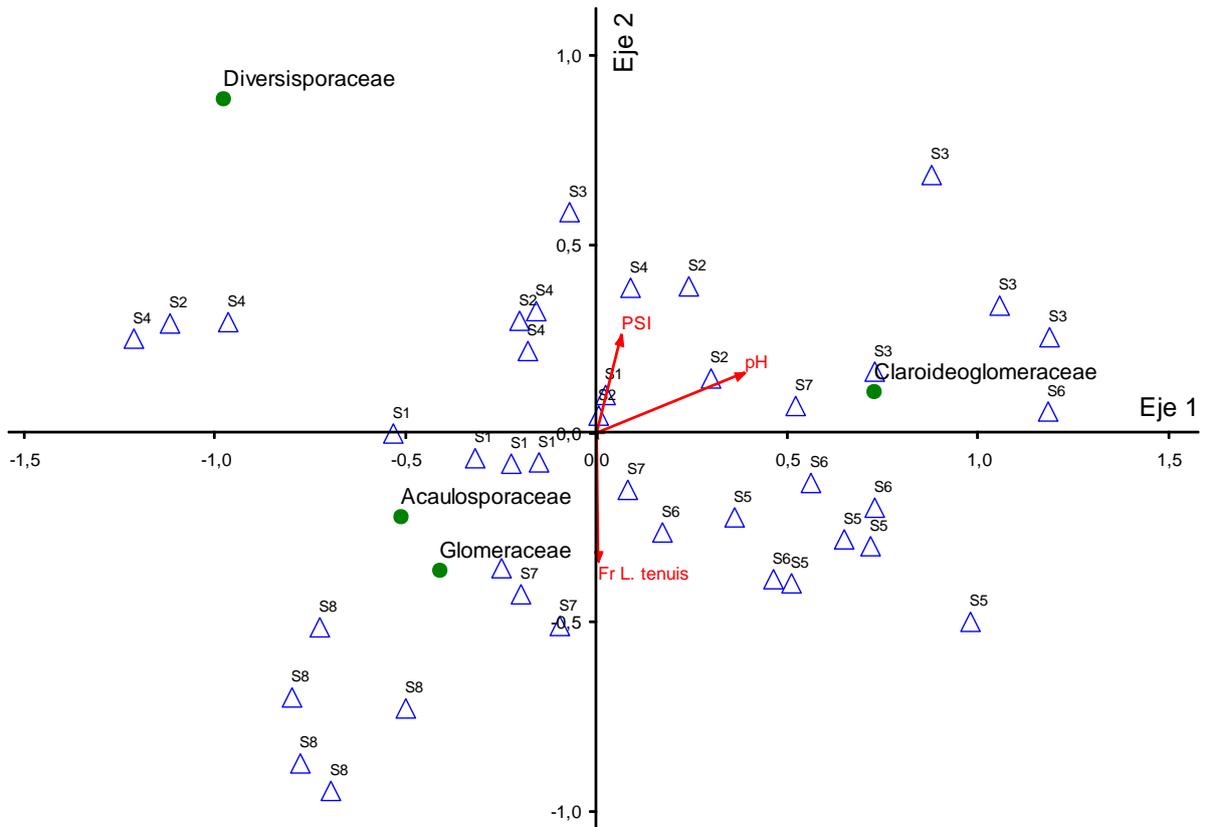


Figura 3. Diagrama correspondiente al Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) el cual incluye la densidad de esporas de hongos MA a nivel de familia (matriz principal) junto con las variables edáficas (pH y PSI) y *Fr Lotus tenuis* (matriz secundaria) en los ocho sitios estudiados en la Cuenca del río Salado.