

VARIACIONES EN LA COMPOSICIÓN DE ESPECIES DE GLOMEROMYCOTA (FUNGI) EN UN CULTIVO DE TRIGO BAJO DISTINTOS SISTEMAS DE LABRANZA *

SANTIAGO SCHALAMUK^{1,2,3}, HUGO CHIDICHIMO² y MARTA CABELLO¹

Summary: Variations in Glomeromycota species composition in a wheat crop under different tillage systems. Agricultural practices affect the dynamics and biodiversity of *Glomeromycota*. Field experiments were carried out in order to assess the variations of the arbuscular mycorrhizal fungi community in a wheat crop, which was evaluated at different phenological stages under different tillage systems (conventional tillage and no-tillage) and nitrogen fertilization during 2 years. We found 24 species, which is considered a high number in contrast to other studies in agroecosystems. The species belonging to the family *Glomeraceae* showed a higher dominancy, especially in no-tillage. The lack of tillage in this system did not promote a higher specific richness or evenness in the distribution of *Glomeromycota*, as other researchers have pointed out, but in contrary the opposite tendency was found.

Key words: Glomeromycota diversity, conventional tillage, no-tillage, wheat phenological stages.

Resumen: Las prácticas agrícolas afectan la dinámica y biodiversidad de *Glomeromycota*. Se efectuaron ensayos a campo, con el fin de evaluar durante dos años, las variaciones en la comunidad de hongos formadores de micorrizas arbusculares en un cultivo de trigo, en distintos estados fenológicos, bajo diferentes sistemas de labranza (labranza convencional y siembra directa) y fertilización nitrogenada. Se hallaron 24 especies, lo que constituye un número alto considerando los estudios realizados en otros agroecosistemas. Las especies pertenecientes a la familia *Glomeraceae* registraron mayores dominancias, especialmente en siembra directa. La ausencia de labranza en ese sistema no promovió una mayor riqueza específica o equidad en la distribución de las especies o familias de *Glomeromycota*, como señalan otros autores, sino más bien tendencias opuestas.

Palabras clave: Diversidad de Glomeromycota, labranza convencional, siembra directa, estados fenológicos de trigo.

INTRODUCCIÓN

Las micorrizas arbusculares constituyen el tipo de asociación simbiótica más frecuente en la naturaleza y ampliamente distribuido tanto geográficamente como en el reino vegetal (Harley, 1989, 1991). Están formadas por un grupo de hongos biótrofos pertenecientes al *phylum Glomeromycota* (Schüßler *et al.*, 2001) y la mayoría de las especies vegetales conocidas. La taxonomía de los hongos formadores de micorrizas arbusculares (HFMA) se basa en caracteres discretos de la estructura subcelular de las esporas (Morton, 1988; Morton & Bentivenga,

*Trabajo publicado en homenaje a la Dra Irma J. Gamundi en conmemoración de su 80° aniversario.

¹ Instituto Spegazzini, Aven. 53 N° 477, 1900, La Plata.

² Cátedra de Cereales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP, Aven 60 y 118. La Plata

³ Facultad de Agronomía. UBA, Av. San Martín 4453, 1417, Buenos Aires. mcabello@netverk.com.ar

1994), y bajo ese criterio estos hongos se agrupan en 10 géneros con 193 especies descritas hasta la fecha (Schüßler, 2006). Las asociaciones micorrícicas ejercen una gran influencia en diversos procesos ecológicos y tienen importancia actual y potencial en la agricultura (Sieverding, 1991). La mayoría de las investigaciones a campo sobre diversidad de hongos formadores de micorrizas arbusculares (HFMA) en Argentina se han desarrollado en ecosistemas naturales (Lugo & Cabello, 2002, Irazabal *et al.*, 2004, Becerra, 2006) y, a pesar de la importancia de la producción agrícola en la región pampeana, existe escasa información en nuestros agroecosistemas (Menéndez *et al.*, 2001; Schalamuk *et al.*, 2006).

En sistemas agrícolas, el crecimiento y las secuencias de cultivos que incluyen períodos de barbecho de distintas características y duración, producen efectos marcados en la población de HFMA, por su característica de simbioses obligados

(Thompson, 1987, 1991). Se ha evaluado la evolución en la colonización de raíces de trigo en distintos estados fenológicos (Schalamuk *et al.*, 2003, 2004). Sin embargo es aún escasa la información sobre las variaciones en la composición de especies en agroecosistemas de Argentina.

Si bien son pocos los trabajos que analizan los cambios en la composición de especies de HFMA teniendo en cuenta el tipo de labranza, éstos indican que las prácticas agronómicas afectan la diversidad de estos organismos (Menéndez *et al.*, 2001; Jansa *et al.*, 2002; Schalamuk *et al.*, 2006). Las labranzas incluyen un conjunto de técnicas cuyos objetivos son promover en el suelo cambios favorables de orden físico, químico y biológico orientados a obtener las óptimas condiciones para la emergencia y crecimiento de las plantas. Los sistemas de labranza utilizados para la producción de trigo en Argentina estuvieron tradicionalmente basados en la labranza convencional, en la cual el suelo es labrado 2 o 3 veces previo a la siembra. En la actualidad existe una adopción creciente de la siembra directa o labranza cero, sistema que se basa en la no-remoción del suelo, a excepción de la línea de siembra donde se deposita la semilla.

El presente trabajo tiene por finalidad evaluar las variaciones específicas de *Glomeromycota* durante el ciclo de un cultivo de trigo, y el impacto que sobre ellas tienen la siembra directa, la labranza convencional y la fertilización nitrogenada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos a campo, en los cuales se evaluó la comunidad de HFMA, se realizaron en la estación experimental «Ing. Agr. Hirschhorn» (La Plata. Lat.: 34° 59' S, Long.: 57° 59'), perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata. El suelo responde a las características de un Argiudol típico de textura franco-limosa; pH 5,3; N total 0,18%; P asimilable 9 ppm; con ligeras limitaciones en el drenaje interno. Durante los años evaluados en esta investigación se cultivó trigo, que fue hospedante de las comunidades de HFMA analizadas. El ensayo de labranza y fertilización nitrogenada llevado a cabo en los años 2001 y 2002 estuvo compuesto de dos tratamientos de labranza: siembra directa (SD) y labranza convencional (LC). Para el tratamiento LC se efectuó una labranza primaria con arado de reja y vertedera en otoño y labranzas secundarias que consistieron en un pasaje de rastra de discos de doble acción y una segunda labor con

rastra de dientes antes de la siembra. Los tratamientos de fertilización fueron: testigo sin fertilización nitrogenada (N0) y la adición de 90 kg/ha N (N90). El fertilizante nitrogenado utilizado, urea granulada, fue aplicado al momento de la siembra. Por lo tanto, el ensayo consistió en 2 tratamientos de labranza y 2 de fertilización, en un ensayo de bloques al azar con 3 repeticiones y un arreglo factorial de 2x2. Las dimensiones de cada parcela fueron de 3.8 x 12 m. En los meses de Julio de 2001 y 2002 se sembró trigo (*Triticum aestivum* L.) variedad Buck Pronto, con una densidad de 300 plantas/m². En el lote del ensayo, cada parcelas se mantiene ininterrumpidamente desde el año 1993, con los mismos sistemas de laboreo y fertilización nitrogenada.

En los años evaluados se tomaron muestras de suelo rizosférico en cada uno de los bloques y tratamientos durante 3 estados fenológicos del cultivo de trigo: macollaje, floración, llenado de granos, y en el barbecho posterior, mediante muestreos compuesto al azar, utilizando el método de serpentina (Dick *et al.*, 1996). Para ello, se tomaron 5-6 submuestras dentro de cuadros de 3 m², que fueron mezcladas para constituir una muestra compuesta representativa. La extracción de esporas se realizó por tamizado en húmedo y decantación de 100 g de suelo seco de cada muestra compuesta, siguiendo la metodología propuesta por Gerdemann & Nicolson (1963), utilizando tamices con distintas aperturas de malla (425, 250 y 75 µm). El material resultante fue centrifugado en gradiente de sacarosa (Walker *et al.*, 1982). Para la identificación taxonómica, las esporas fúngicas fueron montadas en los portaobjetos utilizando PVA (Omar *et al.*, 1979) con y sin reactivo de Melzer (Morton, 1988). Los especímenes fueron comparados con las descripciones originales de las especies y aislamientos de referencia descriptos por International Culture Collection of Arbuscular and Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi (INVAM, West Virginia, USA, <http://invam.caf.wvu.edu>).

La dominancia de cada especie de HFMA identificada fue calculada a través de la fórmula: $X_i / X_0 \times 100$, donde X_i = es la densidad de esporas de una especie en 100 g de suelo y X_0 = el total de la población de esporas en igual cantidad de suelo en cada muestra compuesta. Las diferentes especies taxonómicamente determinadas y sus dominancias permitieron calcular el índice de biodiversidad de Shannon & Weaver (H); riqueza específica (S) y equidad (E) (Magurran, 1988). Los resultados del índice H se procesaron estadísticamente utilizando análisis de la varianza, y

las medias fueron comparadas utilizando el test de diferencias mínimas significativas (LSD), con un nivel de significancia de 0.05, utilizando el programa Statgraphics plus versión 3.0.

Se realizó un análisis de correlación entre los índices de biodiversidad (H), riqueza de especies (S) y equidad (E) utilizando el coeficiente de correlación lineal r de Pearson.

RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran los valores de dominancia de las 24 especies de *Glomeromycota* identificados en este estudio. Los datos son promedio de todos los muestreos efectuados durante los dos años evaluados en el cultivo de trigo en labranza convencional sin fertilización nitrogenada (LCN0), labranza convencional con 90 kg/ha de nitrógeno (LCN90), siembra directa sin fertilización (SDN0) y siembra directa con 90 kg/ha de N (SDN90). Las especies están ordenada de acuerdo a su contribución al índice de biodiversidad H (última columna) resaltándose aquellas cuya contribución representa el 10% del total del índice. Se considera

que estas especies caracterizan a la comunidad de *Glomeromycota*.

Las dominancias de las especies de *Glomeromycota* halladas en cada uno de los tratamientos y estados fenológicos del trigo evaluados durante 2001 y 2002 se grafican en la figura 1. Durante el macollaje, la especie más representada en todos los tratamientos cultivados fue *Glomus etunicatum* especialmente durante 2001. En floración predominaron *G. claroideum*, *G. clarum*, *G. coronatum* y *G. etunicatum* en 2001. Durante floración en el año 2002 a las especies de *Glomus* mencionadas, a excepción de *G. clarum*, deben agregarse diversas especies de *Acaulospora* tales como: *A. bireticulata*, *A. delicada*, *A. excavata*, *A. mellea* y una especie no identificada del género. Durante los estados fenológicos de llenado de granos en los dos años evaluados, se observaron tendencias semejantes al estado de floración; durante 2001 predominaron especies de *Glomus* y en 2002 a esas mismas especies se sumaron las del género *Acaulospora*. La contribución de *G. mosseae* a la biodiversidad fue particularmente alta en LCN90 durante el barbecho 2001-2002.

La figura 2 muestra los índices de diversidad de

Tabla 1. Dominancia y contribución al índice de diversidad (H) de especies de hongos formadores de micorrizas arbusculares (*Glomeromycota*) en labranza convencional (LC) y siembra directa (SD) sin fertilización nitrogenada (N0) y con 90 kg/ha de N (N90). Datos promedio de todos los muestreos efectuados durante los dos años evaluados.

LCN0	Dominancia	Contribución
<i>Glomus clarum</i>	20.20	0.47
<i>Glomus etunicatum</i>	15.62	0.42
<i>Glomus claroideum</i>	12.00	0.37
<i>Acaulospora excavata</i>	9.04	0.31
<i>Acaulospora mellea</i>	8.24	0.30
<i>Acaulospora sp.</i>	6.35	0.25
<i>Scutellospora fulgida</i>	6.32	0.25
<i>Scutellospora dipapillosa</i>	5.01	0.22
<i>Glomus mosseae</i>	4.44	0.20
<i>Glomus coronatum</i>	4.02	0.19
<i>Gigaspora margarita</i>	3.66	0.17
<i>Acaulospora delicata</i>	1.59	0.09
<i>Acaulospora bireticulata</i>	1.48	0.09
<i>Acaulospora laevis</i>	0.66	0.05
<i>Gigaspora gigantea</i>	0.60	0.04
<i>Entrophospora infrequens</i>	0.54	0.04
<i>Glomus sp.</i>	0.15	0.01
<i>Glomus ambisporum</i>	0.08	0.01
Biodiversidad H		3.48

LCN90	Dominancia	Contribución
<i>Glomus etunicatum</i>	21.16	0.47
<i>Glomus claroideum</i>	12.97	0.38
<i>Glomus clarum</i>	10.39	0.34
<i>Acaulospora excavata</i>	7.79	0.29
<i>Acaulospora sp.</i>	7.60	0.28
<i>Scutellospora dipapillosa</i>	7.49	0.28
<i>Glomus mosseae</i>	7.09	0.27
<i>Acaulospora laevis</i>	4.43	0.20
<i>Acaulospora bireticulata</i>	3.18	0.16
<i>Acaulospora mellea</i>	2.87	0.15
<i>Scutellospora fulgida</i>	2.68	0.14
<i>Glomus coronatum</i>	2.62	0.14
<i>Gigaspora margarita</i>	2.33	0.13
<i>Glomus tortuosum</i>	1.58	0.09
<i>Glomus ambisporum</i>	1.43	0.09
<i>Acaulospora delicata</i>	1.22	0.08
<i>Archaeospora leptoticha</i>	1.06	0.07
<i>Gigaspora gigantea</i>	0.91	0.06
<i>Gigaspora sp.</i>	0.61	0.04
<i>Scutellospora sp.</i>	0.58	0.04
Biodiversidad H		3.70

Tabla 1. Continuación

SDN90	Dominancia	Contribución
<i>Glomus etunicatum</i>	26.91	0.51
<i>Glomus mosseae</i>	11.31	0.36
<i>Glomus clarum</i>	8.79	0.31
<i>Acaulospora excavata</i>	8.71	0.31
<i>Glomus claroideum</i>	8.40	0.30
<i>Glomus coronatum</i>	6.06	0.25
<i>Acaulospora sp</i>	4.96	0.21
<i>Acaulospora mellea</i>	4.76	0.21
<i>Acaulospora laevis</i>	4.02	0.19
<i>Scutellospora sp.</i>	3.80	0.18
<i>Scutellospora dipapillosa</i>	3.30	0.16
<i>Glomus tortuosum</i>	2.50	0.13
<i>Scutellospora fulgida</i>	1.78	0.10
<i>Acaulospora delicata</i>	1.60	0.10
<i>Glomus ambisporum</i>	1.21	0.08
<i>Gigaspora margarita</i>	0.91	0.06
<i>Entrophospora infrequens</i>	0.38	0.03
<i>Acaulospora bireticulata</i>	0.23	0.02
<i>Gigaspora gigantea</i>	0.23	0.02
<i>Glomus sp.</i>	0.14	0.01
Biodiversidad H		3.54

SDN0	Dominancia	Contribución
<i>Glomus etunicatum</i>	23.51	0.49
<i>Glomus claroideum</i>	14.00	0.40
<i>Glomus clarum</i>	11.07	0.35
<i>Scutellospora dipapillosa</i>	10.15	0.33
<i>Glomus mosseae</i>	7.74	0.29
<i>Acaulospora mellea</i>	6.69	0.26
<i>Glomus coronatum</i>	6.49	0.26
<i>Acaulospora excavata</i>	5.95	0.24
<i>Acaulospora sp</i>	2.49	0.13
<i>Scutellospora fulgida</i>	2.42	0.13
<i>Glomus tortuosum</i>	2.39	0.13
<i>Gigaspora margarita</i>	1.89	0.11
<i>Acaulospora laevis</i>	1.74	0.10
<i>Acaulospora delicata</i>	1.40	0.09
<i>Glomus ambisporum</i>	0.60	0.04
<i>Gigaspora gigantea</i>	0.42	0.03
<i>Acaulospora bireticulata</i>	0.37	0.03
<i>Entrophospora infrequens</i>	0.30	0.03
<i>Gigaspora sp.</i>	0.30	0.03
<i>Archaeospora leptoticha</i>	0.09	0.01
Biodiversidad H		3.48

Glomeromycota en los tratamientos de labranza y fertilización, en los distintos estados fenológicos del cultivo y en el barbecho. En el año 2001, durante el estado de macollaje, se registraron índices de biodiversidad superiores en los tratamientos de labranza convencional, siendo los correspondientes a LCN0 y LCN90 significativamente diferentes a los hallados en SDN0 y SDN90. En floración y llenado de granos las diferencias entre los tratamientos no fueron significativas, aunque las muestras de labranza convencional alcanzaron valores de biodiversidad ligeramente mayores que las de siembra directa. En el barbecho 2001-2002, los índices de los tratamientos LCN90, SDN0 y SDN90 fueron significativamente mayores que el obtenido en LCN0. En macollaje del 2002 no se encontraron diferencias significativas en los valores de los índices entre los tratamientos. En floración, el tratamiento SDN0 registró un índice significativamente superior al de SDN90, mientras que en llenado de granos la diversidad de LCN90 fue significativamente mayor que la de LCN0. En el barbecho 2002-2003 no se obtuvieron diferencias entre los índices de los tratamientos.

La fertilización nitrogenada no tuvo efectos marcados sobre la diversidad de *Glomeromycota* en los tratamientos de labranza. Este hecho

probablemente se deba al bajo nivel de N aplicado.

En el año 2001 el índice de biodiversidad (H) estuvo asociado a la equidad y a la riqueza específica, alcanzando los coeficientes r valores de 0.72 y 0.62 respectivamente. En el 2002 la correlación del índice H con la equidad fue $r = 0.68$ y con la riqueza específica $r = 0.70$. Los valores similares de r indican que la riqueza específica y la equidad contribuyeron de la misma manera a explicar los cambios en el índice de biodiversidad.

DISCUSIÓN

Los muestreos efectuados en el ensayo de labranza y fertilización durante distintos estados del cultivo de trigo en los años 2001 y 2002 permitieron registrar 24 especies pertenecientes a la comunidad de hongos formadores de micorrizas arbusculares. Otros reportes obtenidos en trabajos efectuados en sistemas agrícolas dan cuenta de entre 8 a 20 especies (Land & Schönbeck, 1991; Douds & Millner, 1999; Fitter, 2001; Jansa *et al.*; 2002; Oehl *et al.*, 2003). En suelos con pastizales, pasturas implantadas con trébol rojo (*Trifolium pratense* L.), cultivos de trigo y cebada en la provincia de Buenos Aires, Menéndez *et al.* (2001) hallaron un total de 17 especies de HFMA, aunque

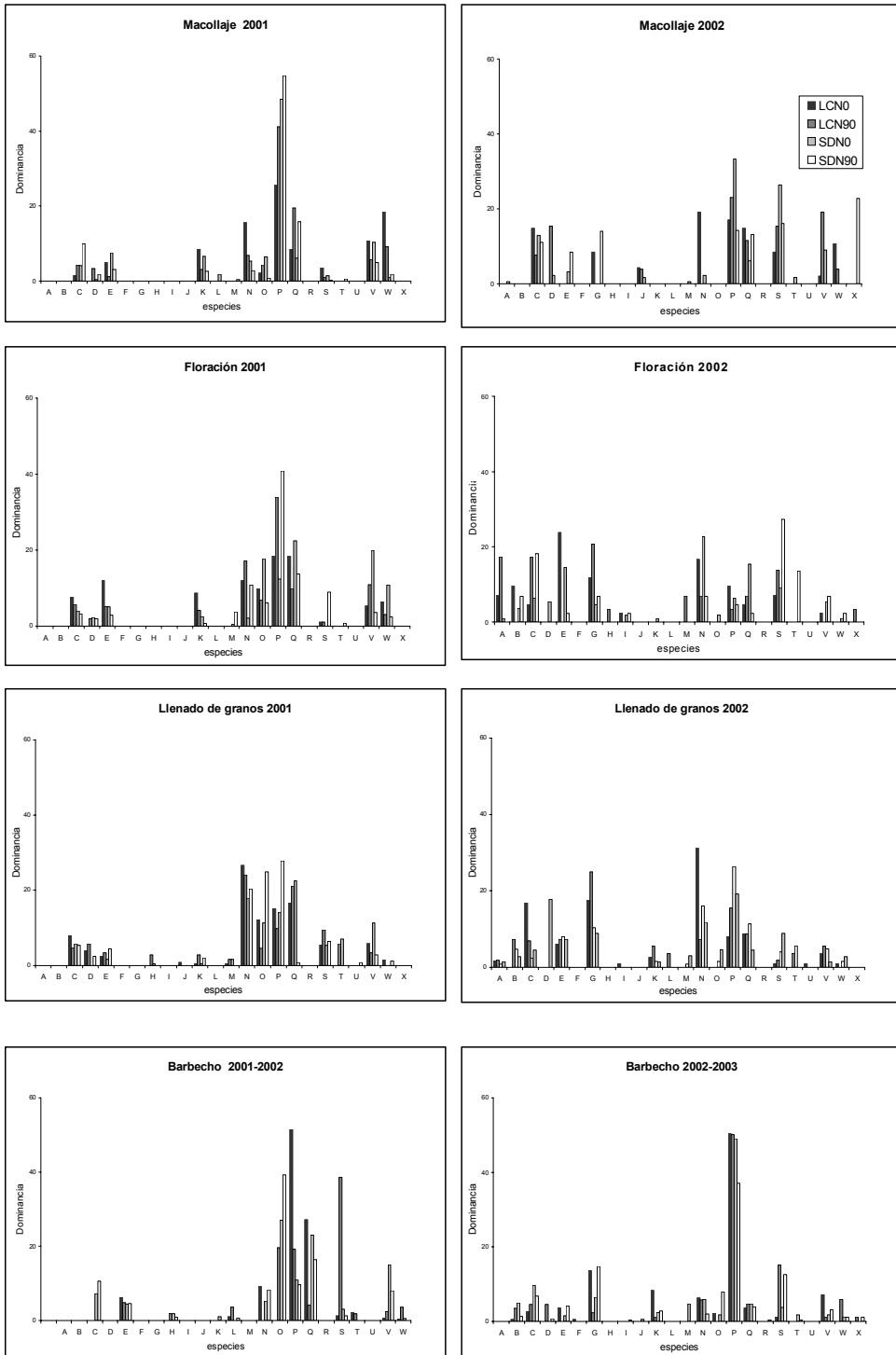


Fig. 1. Dominancia de diferentes especies de *Glomeromycota* registradas en cultivo de trigo durante macollaje, floración, llenado de granos y barbecho en 2 años (2001-2002). Abreviaciones: A. *Acaulospora bireticulata*; B. *A. delicada*; C. *A. excavata*; D. *A. laevis*; E. *A. mellea*; F. *A. spinosa*; G. *Acaulospora* sp.; H. *Archaeospora leptoticha*; I. *Entrophospora infrequens*; J. *Gigaspora gigantea*; K. *G. margarita*; L. *Gigaspora* sp.; M. *Glomus ambisporum*; N. *G. claroideum*; O. *G. clarum*; P. *G. coronatum*; Q. *G. etunicatum*; R. *G. microaggregatum*; S. *G. mosseae*; T. *G. tortuosum*; U. *Glomus* sp.; V. *Scutellospora dipapillosa*; W. *S. fulgida*; X. *Scutellospora* sp. Datos promedios de 3 repeticiones.

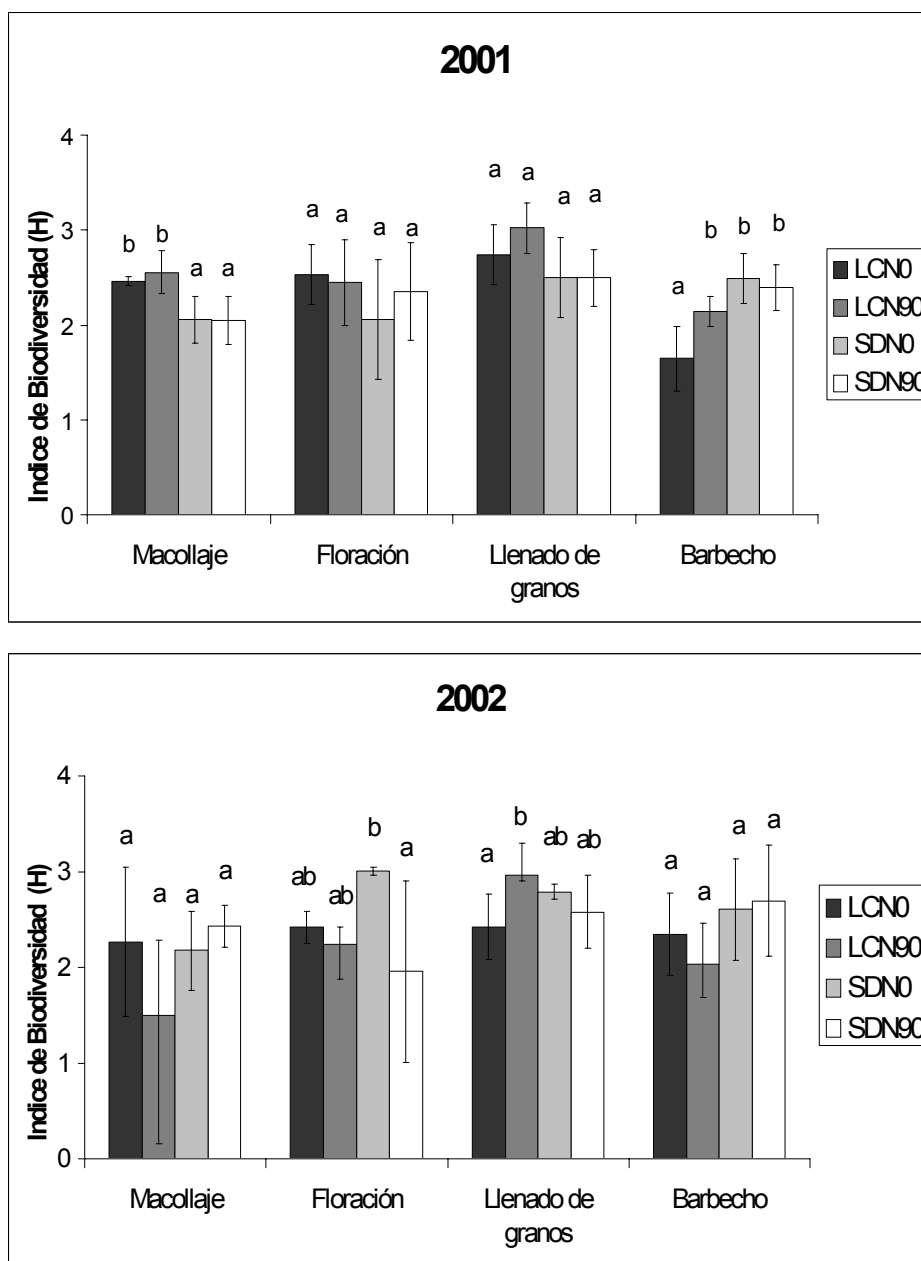


Fig. 2. Índices de diversidad de Shannon-Weaver de las comunidades de *Glomeromycota* en los años 2001-2002. Los datos son promedios de 3 repeticiones. Las barras de error representan el desvío estándar. La misma letra sobre las barras indica que los valores no difieren significativamente con ANOVA de una vía y test de LSD ($P \leq 0.05$).

en las parcelas cultivadas con trigo y cebada dichos autores registraron 5 y 4 especies respectivamente.

Las especies cuya contribución representó más del 10 % del índice total de diversidad sirvieron para caracterizar la comunidad de *Glomeromycota*. Dichas especies fueron: *Glomus etunicatum*, *Glomus claroideum*, *Glomus clarum* y *Glomus mosseae* y pertenecen a la familia *Glomeraceae*. La prevalencia

de esta familia en suelos agrícolas fue observada por Blaszkowski (1993) y Talukdar & Germida (1993). Existen varios registros de las especies características mencionadas en sistemas cultivados de otras partes del mundo. En sistemas agrícolas de Europa y América del Norte se encuentran muy difundidas *Glomus etunicatum* y *G. mosseae* (Land *et al.*, 1993; Kurle & Pflieger, 1996; Douds & Millner, 1999; Galvez *et al.*,

2001; Jansa *et al.*, 2002; Oehl *et al.*, 2003; 2004). *Glomus etunicatum* es una de las especies de *Glomeromycota* cosmopolita de mayor distribución, ya que se han hallado esporas de esta especie en diversos ambientes, desde la tundra de Alaska hasta los desiertos de Namibia (<http://invam.caf.wvu.edu>). En Argentina, esta especie fue citada por Fracchia (2002) e Irrazabal *et al.* (2005). *Glomus mosseae* es una de las especies de HFMA más estudiadas, ya que la primera inoculación con HFMA exitosa fue efectuada utilizando esta especie (Mosse, 1953). Existen referencias de la presencia de *G. mosseae* en campos agrícolas de la provincia de Buenos Aires (Menéndez *et al.*, 2001) y en bosques de *Celtis tala* en Magdalena (Irrazabal *et al.*, 2004). Se conoce que *Glomus claroideum* está ampliamente distribuido en suelos arables del norte de Europa y EUA, y que forma micorrizas con un amplio rango de hospedantes (Walker & Vestberg, 1998); esta especie ha sido registrada con alta dominancia en agroecosistemas de Finlandia, junto con *G. mosseae* (Kahiluoto & Vestberg, 1999). En Colombia, Sieverding (1991) halló esporas de *Glomus clarum* en un diverso rango de condiciones ambientales. En Argentina esta especie fue hallada en los bosques de *Celtis tala* y *Scutia buxifolia* ubicados en el partido de Magdalena (Irrazabal *et al.*, 2004, 2005).

El valor del índice de diversidad (H) aumentó coincidentemente con el ciclo de crecimiento del cultivo hospedante, desde macollaje hasta llenado de granos. Sieverding (1991) señala que existen diferencias entre las especies de *Glomeromycota* en cuanto al tiempo requerido para comenzar a producir esporas. Por lo tanto, es dable considerar que las especies de HFMA que presentan esporulación tardía puedan tener mayor incidencia sobre los índices de biodiversidad en los estados finales del cultivo, reflejándose en aumentos del índice H.

Las prácticas agrícolas alteran la población de HFMA, la composición de especies y la colonización micorrícica (Kurlle & Pflieger, 1994). Wardle, (1995) y Hendrix *et al.*, (1990), analizando la biodiversidad de diferentes organismos pertenecientes a la biota del suelo señalan que la siembra directa, merced a la no-remoción del suelo, permitiría la recomposición de una parte importante de la biota edáfica y sus cadenas tróficas, creando oportunidades para el establecimiento de diversos organismos en un número superior al de los manejos convencionales. Jansa *et al.* (2002), hallaron mayor diversidad de HFMA en sistemas de siembra directa. En los ensayos de

labranza efectuados en la estación experimental «Ing. Agr. Hirschhorn», en algunos de los muestreos realizados durante el ciclo de cultivo se encontraron mayores valores de biodiversidad en el sistema de labranza convencional. Por lo tanto, la ausencia de labranza en ese sistema no promovió una mayor riqueza específica o equidad en la distribución de las especies o familias de *Glomeromycota*, como señalan los trabajos mencionados, sino más bien tendencias opuestas. Los efectos de la labranza y la siembra directa difieren según las condiciones edafoclimáticas imperantes, la historia agronómica del lote y el manejo de los cultivos (Sieverding, 1991), por lo tanto es riesgoso generalizar, y se considera razonable que existan diferencias entre hallazgos de distintos autores.

Aunque el conocimiento sobre diferencias funcionales entre las *taxa* de *Glomeromycota* es todavía escaso, algunos trabajos (Eom *et al.*, 1999; Egerton-Warburton & Allen, 2000., Tresseder, 2005) afirman que existen variaciones en la respuesta de las diversas especies de HFMA al enriquecimiento con N. La falta de respuesta a la fertilización en relación al número de especies y las diferentes tendencias encontradas en los distintos muestreos podrían estar relacionadas con el bajo nivel de fertilizante aplicado y la complejidad del ciclo del nitrógeno en sistemas agrícolas, donde suelen generarse diversos tipos de pérdida de este elemento que reducen la eficiencia en el uso de los fertilizantes (Fox & Bandel, 1986; Tisdale *et al.*, 1993).

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue parcialmente financiada con subsidios de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC). S. Schalamuk es becario de nivel superior ANPCyT, H. Chidichimo y M. Cabello son investigadores CIC.

BIBLIOGRAFÍA

- BECERRA, A. 2006. *Estado micorrícico de los bosques de *Alnus acuminata* Kunth y de su vegetación asociada en dos zonas del noroeste argentino*. Tesis doctoral. F.C.E.F. y N. Universidad Nacional de Córdoba.
- BLASZKOWSKI, J. 1993. Comparative studies on the occurrence of arbuscular fungi and mycorrhizae (*Glomales*) in cultivated and uncultivated soils of Poland. *Acta Mycol.* 28: 93-140.
- DICK, R.P., D.R. THOMAS & R.F. TURCO. 1996. Standardized methods, sampling, and sampling treatment. In: DORAN, J.W. & A.J. JONES (eds.), *Methods for*

- assessing soil quality, pp. 107-121. Soil Science of America, Madison, Wisconsin.
- DOUDS, D.D. & P. MILLNER 1999. Biodiversity of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 74: 77-93.
- EGERTON-WARBURTON, L.M. & E. B. ALLEN. 2000. Shifts in arbuscular mycorrhizal communities along an anthropogenic nitrogen deposition gradient. *Ecol. Appl.* 10: 484-496.
- EOM, A., D. HARTNETT & W. Wilson. 1999. The effect of fire, mowing and fertilizer amendment to arbuscular mycorrhizas in a tallgrass prairie. *Am. Midl. Nat.* 142: 55-70.
- FITTER, A.H. 2001. Specificity, links and networks in the control of diversity in plant and microbial communities. In: PRESS, M.C., N.J. HONTLY & S. LEVIN (eds.), *Mycorrhizal functioning. Ecology: achievement and challenge*, pp. 95-114. Blackwell Scientific Publication Ltd. Oxford.
- FOX, R.H. & V.A. BANDEL. 1986. Nitrogen utilization with No-tillage. 116-148 pp. In: SPRAGUE, M. A. & G. B. TRIPLETT (eds.), *No tillage and Surface tillage agriculture. The Tillage Revolution*, pp. 116-148. John Wiley & Sons. New York.
- FRACCHIA, S. 2002. *Hongos saprófitos del suelo como microorganismos auxiliares de la micorrización*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA.
- GALVEZ, L., D.D. DOUDS, L.E. DRINKWATER & P. WAGONER. 2001. Effect of tillage and farming system upon VAM fungus populations and mycorrhizas an nutrient uptake of maize. *Plant Soil* 228: 299-308.
- GERDEMANN, J.W. & T.H. NICOLSON. 1963. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 46: 235-244.
- HARLEY, J.L. 1989. The significance of mycorrhiza. *Mycol. Res.* 99: 129-139.
- HARLEY, J.L. 1991. Introduction: the state of the art. In: NORRIS J.R., D.J. READ & A.K. VARMA (eds.), *Techniques for the study of mycorrhiza. Methods in Microbiology*, pp. 1-23. Academic Press. London.
- HENDRIX, P.F., CROSSLEY Jr., D.A., BLAIR, J.M. & D.C. COLEMAN. 1990. Soil biota as components of sustainable agroecosystems. In: EDWARDS, C.A., R. LAL., P. MADDEN, R.H. MILLER & G. HOUSE (eds.), *Sustainable Agricultural Systems*, pp. 637-654. Soil and Water Conservation Society. USA.
- IRRAZABAL, G., S. VELAZQUEZ, & M. CABELLO. 2004. Infectividad y diversidad de hongos micorrícicos arbusculares de la rizósfera de los talares de Magdalena, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Boletín Micológico* 19: 49-57.
- IRRAZABAL, G., S. SCHALAMUK, S. VELAZQUEZ, & M. CABELLO. 2005. Especies de hongos formadores de micorrizas arbusculares: nuevas citas para la República Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 40: 17-22.
- JANSA, J., A. MOZAFAR, T. ANKEN, R. RUH, I.R. SANDERS & E. FROSSARD. 2002. Diversity and structure of AMF communities as affected by tillage in a temperate soil. *Mycorrhiza* 12: 225-234.
- KAHILUOTO, H. & M. VESTBERG. 1999. Impact of cropping system on mycorrhiza. In: OLESEN, J.E., R. ELTUN, M. J. GOODING, E.S. JENSEN & U. KOPKE (eds.), *Designing and testing crop rotations for organic farming*, pp. 305-309. DARCOF Report no. 1.
- KURLE, J.E. & F.L. PFLEGER. 1994. The effects of cultural practices and pesticides on VAM fungi. In: PFLEGER, F.L. & R.G. LINDERMAN (eds.), *Mycorrhizae and Plant Health*, pp. 101-132. APS Press. St. Paul, Minnesota.
- KURLE, J.E. & F.L. PFLEGER. 1996. Management influences on arbuscular mycorrhizal fungal species composition in a corn-soybean rotation. *Agron. J.* 88:155-161.
- LAND, S. & F. SCHÖNBECK. 1991. Influence of different soil types on abundance and seasonal dynamics of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in arable soils of North Germany. *Mycorrhiza* 1: 39-44.
- LAND, S., H. von ALTEN & F. SCHÖNBECK. 1993. The influence of host plant, nitrogen fertilization and fungicide application on the abundance and seasonal dynamics of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in arable soils of northern Germany. *Mycorrhiza* 2: 157-166.
- LUGO, M. & M. CABELLO. 2002. Native arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) from mountain grassland (Córdoba, Argentina) I. Seasonal variation of fungal spore diversity. *Mycologia* 94: 579-586.
- MAGURRAN, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey.
- MENENDEZ, A.B., J.M. SCERVINO & A.M. GODEAS. 2001. Arbuscular mycorrhizal populations associated with natural and cultivated vegetation on a site of Buenos Aires province, Argentina. *Biol. Fert. Soils* 33: 373-381.
- MORTON, J.B. 1988. Taxonomy of VA mycorrhizal fungi: classification, nomenclature, and identification. *Mycotaxon* 32: 267-324.
- MORTON, J.B. & S.P. BENTIVENGA. 1994. Levels of diversity in endomycorrhizal fungi (*Glomales*, *Zygomycetes*) and their role in defining taxonomic and non-taxonomic groups. *Plant Soil* 159: 47-59.
- MOSSE, B. 1953. Fructifications associated with mycorrhizal strawberry roots. *Nature* 171: 974.
- OEHL, F., E. SIEVERDING, K. INEICHEN, P. MÄDER, T. BOLLEER, & S. WIEMKEN. 2003. Impact of land use intensity on the species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystems of central Europe. *Appl. Environ. Microbiol.* 69: 2816-2824.
- OEHL, F., E. SIEVERDING, P. MÄDER, D. DUBOIS, K. INEICHEN, T. BOLLER & A. WIEMKEN. 2004. Impact of long-term conventional and organic farming on the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi. *Oecologia* 138: 574-583.
- OMAR, M.B., L. BOLLAND & W.A. HEATHER. 1979. P.V.A. (polivinil alcohol). A permanent mounting medium for fungi. *Bull. Br. Mycol. Soc.* 13: 31-32.
- SCHALAMUK S., S. VELAZQUEZ, H. CHIDICHIMO & M. CABELLO. 2003. Efecto de diferentes sistemas de labranza

S. Schalamuk *et al.*, Variaciones en la composición de especies de Glomeromycota

- y fertilización sobre la simbiosis micorrizica arbuscular en cultivo de trigo. *Boletín Micológico* 18: 15-19.
- SCHALAMUK, S., S. VELAZQUEZ, H. CHIDICHIMO & M. CABELLO. 2004. Effect of no-till and conventional tillage on mycorrhizal colonization in spring wheat. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 39:13-20.
- SCHALAMUK, S., S. VELAZQUEZ, H. CHIDICHIMO & M. CABELLO. 2006. Fungal spore diversity of arbuscular mycorrhizal fungi associated with spring wheat: effect of tillage. *Mycologia* 101-132 pp. 98: 16-22.
- SCHÜßLER, A., D. SCHWARZOTT, & C. WALKER. 2001. A new fungal phylum, the *Glomeromycota*: phylogeny and evolution. *Mycol. Res.* 105: 1413-1421.
- SCHÜßLER, A. 2006. Phylogeny and taxonomy of *Glomeromycota* ('arbuscular mycorrhizal (AM) and related fungi'). <http://AMF-phylogeny.com>
- SIEVERDING, E. 1991. *Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza management in Tropical Agroecosystems*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, GTZ No 224. Eschborn.
- TALUKDAR, N.C. & J.J. GERMIDA. 1993. Occurrence and isolation of vesicular-arbuscular mycorrhizae in cropped field soils of Saskatchewan, Canada. *Canad. J. Microbiol.* 39:567-575.
- THOMPSON, J.P. 1987. Decline of vesicular-arbuscular mycorrhizal in long fallow disorder of field crops and its expression in phosphorus deficiency of sunflower. *Austr. J. Agric. Res.* 38: 847-867.
- THOMPSON, J.P. 1991. Improving the mycorrhizal conditions of the soil through cultural practices and effects on growth and phosphorus uptake by plants. In: JOHANSEN, C., K. K. LEE, & K. L. SAHRAWAT (eds.), *Phosphorus nutrition of grain legumes in the semiarid tropics*, pp. 117-137. International Crops Research Institute for the Semi-arid Tropics (ICRISAT) Patancheru, India.
- TISDALE, S.L., W. NELSON, J. BEATON & J. HAVLIN. 1993. *Soil fertility and fertilizers*. Fifth Edition. MacMillan Pub. Co. New York.
- TRESEDER, K.K. 2005. Nutrient acquisition strategies of fungi and their relation to elevated atmospheric CO₂. in: DIGHTON, J., P. OUDEMANS & J. WHITE (eds.), *The Fungal Community*, pp.713-731. 3rd edition. Marcel Dekker.
- TROEH, Z.I. & T.E. LOYNACHAN 2003. Endomycorrhizal fungal survival in continuous corn, soybean, and fallow. *Agron. J.* 95: 224-230.
- WALKER, C., W. MIZE & H.S. McNABB. 1982. Populations of endogonaceous fungi at two populations in central Iowa. *Canad. J. Bot.* 60: 2518-2529.
- WALKER, C. & M. VESTBERG. 1998. Synonymy amongst the arbuscular mycorrhizal fungi: *Glomus claroideum*, *G. maculosum*, *G. multisubstenum* y *G. fistulosum*. *Ann. Bot.* 82: 601-624.
- WARDLE, D.A. 1995. Impact of disturbance on detritus food-webs in agro-ecosystems of contrasting tillage and weed management practices. *Adv. Ecol. Res.* 26: 105-185.

Recibido el 04 de Diciembre de 2006, aceptado el 13 de Marzo de 2007.

