

MICROBIOTA ALCALOFILICA Y ALCALINOTOLERANTE EN SUELOS DE BOSQUES XERICOS EN UNA LOCALIDAD DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA

*(Alkalophilic and alkali-tolerant mycobiota in xeric forest soils from a locality
of the Province of Buenos Aires, Argentina)*

Lorena Eliades¹, Ana María Bucsinszky² & Marta Cabello³

¹Universidad Nacional de La Plata, becaria

²CONICET, Profesional de apoyo

³Comisión de Investigaciones Científicas, Prov. Bs. As. Investigador
Instituto Spegazzini, Av. 53 N° 477, B1900AVJ, La Plata.

E-mail: mcabello@netverk.com.ar

Palabras clave: geohongos alcalofílicos, alcali-tolerantes, alcalofóbicos.

Key words: alkalophilic geofungi, alkali-tolerant, alkalophobic.

RESUMEN

Se estudió la micobiota alcalofílica y alcalino-tolerante de suelos de los intercordones del bosque nativo de *Celtis tala* y *Scutia buxifolia* en el Partido de Magdalena, provincia de Buenos Aires, Argentina. Los aislamientos de los geohongos se realizaron en agar extracto de malta en rangos de pH desde 5 hasta 11, ajustados mediante diferentes concentraciones de sales sódicas.

Se aislaron e identificaron 43 taxa fúngicos. El 50% no fueron capaces de crecer a pH 10 siendo asignados a la categoría de alcalofóbicos. El 39% fueron alcalino-tolerantes dado que pudieron ser aislados hasta pH 10, mientras que el 11% restante creció a pH 10 pero no a pH 5-6 y fueron asignados a la categoría de alcalofílicos.

Sólo *Fusarium solani* fue aislado con altas frecuencias en suelos de los 3 intercordones en todos los pH probados.

INTRODUCCION

Los diferentes componentes de un ecosistema natural juegan un rol esencial en el mantenimiento del delicado equilibrio biológico. Los hongos son de vital importancia en la descomposición y mineralización de la materia orgánica, tanto vegetal como animal; son responsables de la fertilidad del suelo al restituirle los principales nutrientes (C, N, P, S), desempeñando un papel

ABSTRACT

The alkalophilic and alkali-tolerant mycobiota of soils collected from the interridges of *Celtis tala* and *Scutia buxifolia* native forests in Magdalena, Province of Buenos Aires, Argentina was studied. Isolation of fungi was carried out on malt extract agar while pH was adjusted in 5 to 11 ranges by using different concentrations of sodium salts.

Forty three fungal taxa were isolated and identified. Fifty per cent of the former were unable to grow at pH 10 so they were considered alkalophobic. Thirty nine per cent of species isolated proved to be alkali-tolerant because they could be isolated up to pH10, whereas 11% did grow at pH10 yet not at pH5-6, so they were classified as alkalophilic.

Among all the existing species, *Fusarium solani* was the only one found in the soils from the three interridges after testing all of pH and always in high frequencies.

fundamental en los ciclos biogeoquímicos de la biosfera.

La biomasa microbiana comprende un 1% al 4% del carbono orgánico total y un 2% a 6% de nitrógeno total del suelo. Los hongos comprenden un 75% a 95% de la biomasa del suelo (Gaspar *et al.*, 2002) y junto con las bacterias son responsables del 90% del flujo total de energía por descomposición de la materia orgánica del suelo (Cabello *et al.*, 2003).

La mayoría de los geohongos se desarrollan

preferentemente en ambientes ácidos, sin embargo, existen registros de su presencia en condiciones de alcalinidad edáfica. La micobiota alcalofílica y alcalino-tolerante de la Argentina ha sido poco estudiada, pudiéndose mencionar el aporte de Cabello & Arambarri (2002). En otros países existen reportes de la composición fúngica de suelos alcalinos (Warcup, 1951; Stenton, 1953; Mukerji, 1965; Pugh & Dickinson, 1965; Rai *et al.*, 1971; Nagai *et al.*, 1995, 1998).

Los bosques xéricos dominados por *Celtis tala* Gill ex Planch (tala) y *Scutia buxifolia* Reiss (coronillo), comprenden la comunidad boscosa mas importante de la región pampeana. Abarca la faja costera desde la ribera del Río Paraná hasta las cercanías de Mar Chiquita. En el Partido de Magdalena, esta zona constituye la parte mejor conservada del bosque nativo. Los cordones boscosos se ubican casi paralelos a la costa del Río de La Plata creciendo sobre un suelo de conformación calcárea de origen biológico (valvas de moluscos) clasificados como Rendoles (Sánchez *et al.*, 1976). Entre los cordones boscosos se desarrolla la pradera salada en intercordanes, con suelos aluviales de texturas contrastantes y con alto contenido de sodio, caracterizados como Natracualfs y la pradera húmeda con drenaje imperfecto y suelos hidromórficos no alcalinos, los Argiarboles.

Rojas (2004), demostró que algunas de las especies de hongos aislados de los suelos alcalinos del ecosistema de los bosques de tala y coronillo, producen enzimas extracelulares que degradan componentes de la pared celular vegetal, como celulosa, hemicelulosa, pectina y también ciertos flavonoides; estas enzimas actúan a pH 9,0-9,5.

El objetivo del presente trabajo es contribuir al conocimiento de la micobiota alcalofílica y alcalino-tolerante de suelos alcalinos de los intercordanes de los bosques de *C. tala* y *S. buxifolia* en el Partido de Magdalena.

MATERIALES Y METODOS

Area de estudio: Ubicada a 20 Km SE del Partido de Magdalena (35°11'S, 57°17'O) en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Las características climatológicas fueron descriptas por Arturi *et al.*, (1996).

Aislamientos: Los diferentes taxa fúngicos fueron aislados a partir de muestras de suelo de 3 intercordanes, utilizando el método de lavado de suelo (Parkinson & Williams, 1961). Las partículas (a razón de 5 por cápsula) se sembraron en cajas de Petri con agar extracto de malta (MA: 10g de extracto de malta en polvo, 2,5g de peptona, 20g de agar, 1 litro de agua destilada) con el agregado de 0,5 % de sulfato de estreptomycin y 0,25 % de cloranfenicol. De cada suelo se prepararon 20 cápsulas lo que

Tabla 1: Composición de las soluciones buffer para el ajuste de pH del agar extracto de malta.

PH final	Composición de las soluciones buffer mmol/100ml			
	Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃	Na ₂ HPO ₄	NaH ₂ PO ₄
11	50.0			
10	27.5	22.5		
9	22.5	47.0		
8	3.0		49.0	1.0
7			27.5	22.5
6			5.0	45.0
5				50.0

da un total de 100 partículas por muestra. El pH del medio fue ajustado antes de esterilizar a 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 con soluciones buffer (Tabla. 1). El medio de cultivo fue preparado mezclando 900 ml de MA con 100 ml de cada una de las soluciones buffer (Nagai *et al.*, 1998). Las placas fueron incubadas a 25°C y observadas microscópicamente en intervalos semanales. Se utilizaron trabajos taxonómicos con descripciones originales y el texto de Domsch *et al.* (1993) y de Schroers (2001), para identificar los taxa a nivel de especie o género.

La frecuencia relativa de los aislados fúngicos fue calculada según Godeas (1983): número de partículas donde apareció una especie/número total de partículas x 100.

Las cepas no capaces de crecer a pH 10 fueron caracterizadas como alcalofóbicas, las que crecieron a pH 10 alcalino-tolerantes y aquellas que crecieron a pH 10 pero no a pH 5-6 alcalofílicas siguiendo el criterio de Nagai *et al.*, (1995).

RESULTADOS

Se aislaron e identificaron 43 taxa fúngicos, de las cuales el 50% se desarrolló a pH inferiores a 10-11, el 39% fueron alcalino-tolerantes. Solamente el 11% de las cepas correspondieron a la categoría de alcalofílicas y fueron identificadas dentro de los géneros *Cladosporium*, *Fusarium*, *Clonostachys* y *Melanospora* (Tabla 2).

De las especies presentes sólo *Fusarium solani* fue encontrada en suelos de los 3 intercordanes en todos los pH probados y siempre con altas frecuencias. Con menores frecuencias fueron aislados *Fusarium oxysporum*, *F. chlamydosporum* y 5 aislamientos del mismo género aún no identificados.

De las especies del género *Aspergillus*, sólo *A. terreus* creció en todos los valores de pH probados, se trata de una especie alcalinotolerante, en tanto que *A. fumigatus*, *A. niger* y *A. ustus* son especies alcalo-

Tabla 2.-Frecuencia de aparición de los taxa fúngicos en los distintos pH (Taxas por orden de frecuencias)

pH	Especies fúngicas	Frecuencia relativa (%)		
		Intercordón 1	Intercordón 2	Intercordón 3
5	<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht.:Fr.	47,2	6,6	37,62
	<i>Talaromyces flavus</i> (Klöcker) Stolk & Samson var <i>flavus</i>		40	
	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc.	31,6		25
	<i>Penicillium purpurogenum</i> Stoll		27	
	<i>Humicola fusco-atra</i> Traaen	10,6		
	<i>Aspergillus niger</i> van Tieghem			8,3
	<i>Trichoderma hamatum</i> (Bonord.) Bain.			8,3
	<i>Trichoderma koningii</i> Oudem.			8,3
	<i>Botryotrichum piluliferum</i> Sacc. & March.		6,6	
	<i>Nigrospora sphaerica</i> (Sacc.) Mason		6,6	
	<i>Penicillium</i> sp. 3		6,6	
	<i>Talaromyces stipitatus</i> (Thom.) C.R.Benjamin		6,6	
	<i>Clonostachys rosea</i> (Link: Fr.) Schroers et al., f. <i>rosea</i>	5,3		
	<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom	5,3		
	<i>Fusarium</i> sp. 4			4,16
	<i>Paecilomyces lilacinus</i> (Thom) Samson			4,16
	<i>Penicillium</i> sp. 1			4,16
6	<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht.:Fr.	34,4	3,03	2
	<i>Talaromyces flavus</i> (Klöcker) Stolk & Samson var <i>flavus</i>		45,46	
	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc.	26,2	6,06	32
	<i>Trichoderma hamatum</i> (Bonord.) Bain.	9,52		16
	<i>Trichoderma koningii</i> Oudem.	9,52		16
	<i>Penicillium</i> sp.4		12,12	6
	<i>Talaromyces stipitatus</i> (Thom.) C.R.Benjamin		12,12	
	<i>Penicillium</i> sp. 2		9,09	
	<i>Penicillium</i> sp.1		6,06	6
	<i>Chaetomium globosum</i> Kunze	6,08		
	<i>Cylindrocarpon lucidum</i> Booth			4
	<i>Fusarium</i> sp.2			4
	<i>Fusarium</i> sp.3			4
	<i>Paecilomyces lilacinus</i> (Thom) Samson			4
	<i>Penicillium</i> sp.5			4
	<i>Aspergillus terreus</i> Thom		3,03	2
	<i>Aspergillus ustus</i> (Bain.) Thom & Church		3,03	
	<i>Aspergillus fumigatus</i> Fres.	2,38		
	<i>Emericellopsis minima</i> Stolk	2,38		

(Continuación Tabla 2.)

6	<i>Humicola fusco-atra</i> Traaen	2,38		
	<i>Nigrospora sphaerica</i> (Sacc.) Mason	2,38		
	<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom	2,38		
	<i>Penicillium purpurogenum</i> Stoll	2,38		
7	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc.	43,7	17,6	27
	<i>Talaromyces stipitatus</i> (Thom.) C.R.Benjamin		47,1	
	<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht		29,4	7,7
	<i>Fusarium</i> sp. 3			19,2
	<i>Humicola grisea</i> Traaen	18,8		
	<i>Trichoderma hamatum</i> (Bonord.) Bain	6,25		11,5
	<i>Aspergillus terreus</i> Thom	12,5		
	<i>Trichoderma koningii</i> Oudem.			11,5
	<i>Fusarium</i> sp. 2			7,7
	<i>Clonostachys rosea</i> f. <i>catenulata</i> (Gilman & Abbott) Schroers			7,7
	<i>Fusarium chlamydosporum</i> Wollenw. & Reink	6,25		
	<i>Talaromyces trachyspermus</i> (Shear) Stolk & Samson	6,25		
	<i>Paecilomyces lilacinus</i> (Thom) Samson	6,25	5,9	3,85
	<i>Nigrospora sphaerica</i> (Sacc.) Mason			3,85
8	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc.	58,2	14,3	40,9
	<i>Fusarium</i> sp. 3			36,3
	<i>Fusarium</i> sp. 1		21,42	4,54
	<i>Verticillium nigrescens</i> Pethybr.		14,3	
	<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht	14		
	<i>Clonostachys rosea</i> (Link:Fr.) Schroers et al. f. <i>rosea</i>			9,18
	<i>Emericellopsis minima</i> Stolk	9		
	<i>Aspergillus terreus</i> Thom	4,7	7,14	
	<i>Acremonium</i> sp.		7,14	
	<i>Coelomycete</i> (sin clasificar)		7,14	
	<i>Fusarium</i> sp. 2		7,14	
	<i>Paecilomyces</i> sp.		7,14	
	<i>Penicillium thomii</i> Maire		7,14	
	<i>Pycnidophora dispersa</i> Clum			
	<i>Aspergillus fumigatus</i> Fres	4,7		
	<i>Botryotrichum piluliferum</i> Sacc. & March	4,7		
	<i>Humicola grisea</i> Traaen	4,7		
	<i>Aspergillus niger</i> van Tieghem			4,54

(Continuación Tabla 2.)

9	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc.	42,3	40	68,4
	<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht	15,8	10	15,8
	<i>Talaromyces flavus</i> (Klöcker) Stolk & Samson var. <i>flavus</i>		30	
	<i>Fusarium chlamydosporum</i> Wollenw. & Reink.	15,8		
	<i>Acremonium</i> sp.	10,5		
	<i>Fusarium</i> sp. 3		10	
	<i>Paecilomyces lilacinus</i> (Thom) Samson			10,5
	<i>Pycnidophora dispersa</i> Clum		10	
	<i>Botryotrichum piluliferum</i> Sacc. & March	5,2		
	<i>Chaetomium globosum</i> Kunze ex Steud.	5,2		
	<i>Emericellopsis minima</i> Stolk			5,3
	<i>Humicola grisea</i> Traaen	5,2		
10	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc.	53,6	27,2	40,9
	<i>Emericellopsis minima</i> Stolk		27,2	9,1
	<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries		27,2	
	<i>Fusarium chlamydosporum</i> Wollenw. & Reink.	20		
	<i>Fusarium</i> sp. 1		18	9,1
	<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht			9,1
	<i>Fusarium</i> sp. 5			9,1
	<i>Acremonium</i> sp.	6,6		
	<i>Botryotrichum piluliferum</i> Sacc. & March	6,6		
	<i>Chaetomium globosum</i> Kunze ex Steud	6,6		
	<i>Clonostachys rosea</i> (Link: Fr.) Schroers, Samuels, Seiferts & W. Gams	6,6		
	<i>Cylindrocarpon lucidum</i> Booth			4,54
	<i>Paecilomyces lilacinus</i> (Thom) Samson			4,54
	<i>Penicillium</i> sp. 2			4,54
	<i>Penicillium</i> sp. 5			4,54
	<i>Verticillium nigrescens</i> Pethybr.			4,54
11	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc.	76,5	43	15,8
	<i>Fusarium</i> sp. 1		28,5	10,5
	<i>Emericellopsis minima</i> Stolk	5,9	14,3	
	<i>Fusarium chlamydosporum</i> Wollenw. & Reink.			26,3
	<i>Melanospora</i> sp.			15,8
	<i>Aspergillus terreus</i> Thom		14,2	
	<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht			5,34
	<i>Verticillium nigrescens</i> Pethybr.	11,7		
	<i>Fusarium</i> sp. 3			10,5
	<i>Paecilomyces lilacinus</i> (Thom) Samson			10,5
	<i>Acremonium</i> sp.	5,9		
	<i>Clonostachys</i> sp.			5,26

fóbicas, sólo capaces de crecer hasta pH 8.

Trichoderma hamatum y *T. koningii* se comportaron como especies alcalofóbicas.

Las cepas aisladas sólo a partir de pH altos fueron *Acremonium* sp. (pH 9, 10 y 11) y *Verticillium nigrescens* (pH 10 y 11).

El 19% de los taxa aislados corresponden principalmente a teleomorfos de los Acomycota. *Melanospora* sp. sólo se aisló a pH 11 en el intercordon 3. Otros representantes ascospóricos fueron *Chaetomium piluliferum*, aislado en la mayoría de los casos como anamorfo (*Botryotrichum piluliferum*) y *C. globosum*, ambas especies se comportaron como alcalinotolerantes pudiendo crecer en rangos de pH desde 5 hasta 10. También se aislaron especies del Orden Eurotiales, tales como: *Emericellopsis minima*, a pH 6, 8, 9, 10 y 11 en todos los intercordones; *Talaromyces flavus* var. *flavus*, a pH 5 y hasta 9 en el intercordon 2; *T. stipitatus* sólo se aisló hasta rangos de pH 7 y *T. trachyspermus* hasta pH 8, mientras *Pycnidophora dispersa* fue aislada a pH 8 y 9 en el intercordon 2.

DISCUSION

Entre los denominados hyphomycetes, una cepa de *Acremonium* sp., *Cylindrocarpon lucidum*, *Clonostachys rosea* f. *rosea*, *Clonostachys* sp., diferentes especies de *Fusarium* y *Penicillium*, *Paecilomyces lilacinus* y *Verticillium nigrescens* crecen en suelos alcalinos y pueden ser aislados en medios de cultivo que tienden a la alcalinidad. Patrones semejantes de distribución de las especies en relación al pH del medio de cultivo utilizado han sido reportados por Nagai et al., (1995, 1998) y Cabello & Arambarri (2002).

Entre los ascomycetes pueden citarse a los géneros *Chaetomium* y *Emericellopsis* como especies alcalinotolerantes, mientras que *Melanospora* se comportó como especie alcalofílica, porque fue solamente aislada a pH 11. *Emericellopsis minima* siempre se presentó asociada a su anamorfo (*Acremonium*) que es la primer fase del ciclo del hongo que aparece en el medio de cultivo, desarrollándose los cleistotecios pasados algunos días. La presencia del holomorfo constituye un hecho relevante y la aparición de la fase anamórfica en un primer momento es coincidente con la clasificación de este género como alcalinotolerante (Nagai et al., 1998, Cabello & Arambarri, 2002).

Se observaron altas frecuencias de *Fusarium solani* en todos los pH probados, las frecuencias de aparición más altas se dieron en los pH superiores, donde esta especie reemplaza a *F. oxysporum*. Vardavakis (1990), reportó a *F. solani* en suelos con altos contenidos

de CO₃Ca en Grecia y Nagai et al. (1995, 1998), un mayor número de especies de *Fusarium* en suelos alcalinos en Indonesia y Japón. Cabello & Arambarri (2002), encontraron que *F. solani* fue la especie más abundante en los Rendoles, suelos con alto contenido de calcio de la misma localidad que aquí se estudió. *F. oxysporum* mostró una clara tendencia a disminuir sus frecuencias a medida que aumentaba el pH en el medio de aislamiento. Se registraron otros 5 integrantes del género cuyo comportamiento a las variaciones de pH fue variable. Muchas especies de este género son potenciales patógenos de plantas vasculares (Onyike & Nelson, 1993).

Cabello & Arambarri (2002), observaron que las especies de *Aspergillus*: *A. niger*, *A. terreus*; *A. ustus* predominaban en medios de aislamiento alcalinos. *A. terreus* se caracterizó aquí como especie alcalinotolerante por su capacidad de crecer hasta pH 11. Piontelli et al., (1996), consideraron a las especies de *Aspergillus* de gran utilidad en suelos rizosféricos por su capacidad de producir diversas sustancias antibióticas y por su bajo poder fitopatógeno.

Las especies de *Penicillium* usualmente prefieren pH más ácidos (Gams, 1992), no obstante en este trabajo se reporta la presencia de 2 cepas del género capaces de crecer a pH 10.

Trichoderma hamatum y *T. koningii* fueron las únicas especies del género aisladas en medios ligeramente ácidos. El género *Trichoderma*, considerado como un excelente antagonista de suelo (Ahmad & Baker, 1987), prefiere suelos ácidos (Cabello & Arambarri, 2002) y su presencia está fuertemente regulada por el calcio en la solución edáfica (Wicklow, 1986).

El género *Humicola*, se caracteriza por crecer en suelos de pH neutro (Gams, 1992), en nuestro reporte *Humicola grisea* y *H. fusco-atra* fueron aisladas preferentemente en medios ácidos, sin embargo, fue posible aislar a *H. grisea* a pH 9.

Cladosporium cladosporioides fue aislado solo a pH 10 y por lo tanto es considerado una especie alcalofílica; sin embargo, existen reportes de su aislamiento en suelos neutro a ácidos de Argentina (Cabello, 1986; Cabello & González Lima, 1992), inclusive es una especie tolerante a la contaminación con hidrocarburos (Cabello et al., 1996).

Las diferencias específicas encontradas en los distintos medios de aislamiento revelan la respuesta de la micobiota al pH. Se considera que los hongos crecen bien en sustratos ácidos en pH por debajo de 7. No obstante, en este trabajo se reportan especies que crecen en condiciones de alcalinidad demostrando sus capacidades adaptativas. La distribución de las especies y su frecuencia estuvo condicionada por el pH en el medio de

cultivo empleado para su aislamiento.

AGRADECIMIENTOS

A la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires por subsidiar esta investigación.

REFERENCIAS

- Ahmad, J. S. & Baker, R. (1987). Rhizosphere competence of *Trichoderma harzianum*. *Phytopathology* 77: 182-189
- Arturi, M.; Barrera, M. D. & Brown, A. D. (1996). Caída y masa de hojarasca en bosques de *Celtis tala* Gill ex Planch y *Scutia buxifolia* Reiss del este de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Rev. Fac. Agr., La Plata*. 101: 151-158
- Cabello, M. N. (1986). Variación vertical y estacional de los hongos del suelo de la región interserrana (Partido de Coronel Suárez, Provincia de Buenos Aires). *Ciencia del Suelo* 4: 147-154
- Cabello, M. N. & Arambarri, A. M. (2002). Diversity in soil fungi from undisturbed and disturbed *Celtis tala* and *Scutia buxifolia* forests in the eastern Buenos Aires province (Argentina). *Microbiol. Res.* 157: 115-125
- Cabello, M. N. & González Lima, G. E. (1992). Efecto de fungicidas sobre hongos saprófitos del suelo. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 28: 61-68
- Cabello, M. N.; Aón, M. A. & Velázquez, S. (2003). Diversity, structure, and evolution of fungal communities in soils under different agricultural managements practices. *Bol. Soc. Argen. Bot.* 38: 225-232
- Cabello, M.N.; Arambarri, A. M. & Chayle, J. A. (1996). Micobiota de la rizósfera y rizoplano de suelos contaminados con hidrocarburos. *Bol. Micol.* 11: 55-61
- Domsch, K. H.; Gams, W. & Anderson, T. (1993). *Compendium of soil fungi*. IHW-Verlag. Eching
- Gams, W. (1992). The analysis of communities of saprophytic microfungi with special reference to soil fungi. En: Winterhoff, W (Ed.) *Fungi in vegetation Science*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London. pp. 183-223
- Gaspar, M.L.; Cabello, M.N.; Pollero, R.J. & Aon, M.A. (2001). Fluorescein diacetate hydrolysis as a measure of fungal biomass in soil. *Current Microbiology* 42: 339-344
- Godeas, A. M. (1983). Estudios cuali-cuantitativos de los hongos de suelo de *Nothofagus dombeyi*. *Ciencia del Suelo* 1: 21- 31
- Mukerji, K. G. (1965). Ecological studies on the microorganic population of usar soils. *Mycopath. Mycol. Appl.* 29: 339-341
- Nagai, K.; Sakai, T.; Ratiatmodjo, R. M.; Suzuki, K.; Gams, W.; Okada, G. (1995). Studies on the distribution of alkalophilic and alkali-tolerant soil fungi I. *Mycoscience* 36: 247-256
- Nagai, K.; Suzuki, K. & Okada, G. (1998). Studies on the distribution of alkalophilic and alkali-tolerant soil fungi II: Fungal flora in two limestone caves in Japan. *Mycoscience* 39: 293- 298
- Onyike, N. B. N. & Nelson, P. E. (1993). The distribution of *Fusarium* species in soils planted to millet and sorghum in Lesotho, Nigeria and Zimbabwe. *Mycopathologia* 121: 105-114
- Parkinson, D. & Williams, S. T. (1961). A method for isolating fungi from soil microhabitats. *Plant. And Soil* 13: 347-355
- Piontelli, E.; Grixolli, M. A. & Moraga, S. (1996). Prospección micológica en rizósfera y rizoplano en un vivero forestal de *Eucalyptus globulus* Labill en la V región (Chile). *Bol. Micol.* 11: 17-32
- Pugh, G. J. F. & Dickinson, C. H. (1965). Studies on fungi in coastal soils. VI. *Gliocladium roseum* Bainier. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 48: 279-285
- Rai, J. N.; Agarwal, S. C. & Tewari, J. P. (1971). Fungal microflora of usar soils of India. *J. Indian Bot. Soc.* 50: 63-74
- Rojas, N. L. (2004). Hongos alcalofílicos como potencial fuente de enzimas de interés biotecnológico. Tesina de la Licenciatura en Biotecnología. UNQuilmes
- Sánchez, R. O.; Ferrer, J. A.; Duymovich, O. A.; Hurtado, M. A. (1976). Estudio pedológico intrgal de los Partidos de Magdalena y Brandsen (Provincia de Buenos Aires). *Anales del LEMIT, serie II* N° 310. Ministerio de Obras Públicas de la provincia de Buenos Aires. 1-123
- Schroers, H. J. (2001). A monograph of *Bionectria* (Ascomycota, Hypocreales, Bionectriaceae) and its *Clonostachys* anamorphs. *Studies in Mycology* 46 CBS Ponsen & Looijen B, V, Wageningen, Netherlands.
- Stenton, H. (1953). The soil fungi of Wicken Fen. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 36: 304-314
- Vardavakis, E. (1990). Seasonal fluctuations of soil microfungi in correlation with some soil enzyme activities and VA mycorrhizae associated with certain plants of a typical calcixerol soil in Greece. *Mycologia* 82: 715-726
- Warcup, J. H. (1951). The ecology of soil fungi. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 34: 376-399
- Wicklow, D. T. (1986). Functional relationship between Quebec forest soil microfungi and their environment. *Can. J. Bot.* 64: 1424-1432