

DISTRIBUCION ALTITUDINAL DE HONGOS QUERATINOFILOS, EPIFITOS Y ENDOFITOS EN SUELOS SEMIARIDOS DEL NOROESTE ARGENTINO (PROV. DE JUJUY, 23°L.S Y 66°L.W)

(*Altitudinal distribution of keratinophilic, epiphytic and endophytic fungi from northwestern argentinian semiarid soils (Prov.of Jujuy 23°L.S. and 66°L.W)*)

*Gustavo Giusiano,** Eduardo Piontelli,

*Magdalena Mangiaterra & *Maria A. Sosa

*Departamento de Micología. Instituto de Medicina Regional.
Universidad Nacional del Nordeste. Av. Las Heras 727,
3500 Resistencia, Argentina. E-mail: gusgiusi@bib.unne.edu.ar

**Universidad de Valparaíso, Escuela de Medicina,
Cátedra de Micología. Casilla 92V. Valparaíso. Chile.

Palabras clave: Suelos semidesérticos andinos, distribución, microhongos queratinófilos, epífitos, endófitos.

Key words: Andine semi-desertic soils, distribution, microfungi, keratinophilic, epiphytic, endophytic.

RESUMEN

En zonas semidesérticas del noreste argentino, entre los 200 y 3700 m de altura y en época veraniega, se colectaron mediante anzuelo queratinico y vegetal (epífitos y endófitos), 26 muestras de suelos y 41 de flora autóctona, obteniéndose un total de 555 aislamientos fúngicos repartidos en 60 géneros y 100 especies. Los géneros con mayor número de especies correspondieron a: *Acremonium*, *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Fusarium*, *Phoma* y *Ulocladium*. En las 3 metodologías y entre los 2000 y 3000m, se obtuvo el mayor número de taxa y los mayores aislamientos en todas las altitudes, correspondieron a los epífitos y a los endófitos, donde los *Hyphomycetes* constituyeron el grupo más representativo en géneros y especies.

Los *Onygenales* fueron poco representados en el sustrato queratinico, y la mayor presencia correspondió a *Chrysosporium keratinophilum*, *Gymnascella aurantiaca* y *Aphanoascus fulvescens*, mientras en otros grupos taxonómicos, la especie más frecuente fue *Paecilomyces lilacinus*. Debe destacarse la capacidad de este sustrato para detectar la presencia de *Fonsecaea pedrosoi* un importante agente de cromoblastomycosis en Argentina. En los epífitos, el 41,8% de los aislamientos fueron representados por: *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporio-ides*, *Epicoccum nigrum*, *Penicillium spp.* y *Ulocladium atrum* complex. En los endófitos, los integrantes de los géneros *Chaetomium*, *Aspergillus*, *Phoma* y *Fusarium*, presentaron la mayor

diversidad de especies bajo los 3000m, a mayor altitud, sólo *Phoma* mantuvo una alta diversidad.

A.alternata complex, fue la especie con mayor capacidad adaptativa en las 3 metodologías y en las 2 altitudes. En el área estudiada, la altitud parece no afectar la diversidad de especies sobre los sustratos analizados, donde la flora autóctona de la región, más que el suelo, parece representar el reservorio y hábitat más propicio.

ABSTRACT

In semidesertic zones of northwestern Argentina being within 200 and 3700m high and in summer, 26 samples of soils and 41 samples of autochthonous flora were collected by using keratinic and vegetal bait (epiphytic and endophytic) which resulted in 555 fungal isolations divided into 60 genera and 100 species. Genera with the highest number of species were: *Acremonium*, *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Fusarium*, *Phoma* and *Ulocladium*. The greatest number of taxa was found in the three methodologies and within 2000 and 3000m whereas major isolations in all the altitudes were detected in epiphytic and endophytic fungi in which *Hyphomycetes* was the most representative group as to genera and species. *Onygenales* exhibited a low presence in the keratinic substrata while *Chrysosporium keratinophilum*, *Gymnascella aurantiaca* and *Aphanoascus fulvescens* showed the most prevalence, and in other taxonomic groups *Paecilomyces lilacinus* was the most frequent species.

Here it must be pointed out the ability of this subs-

tratum to detect the presence of *Fonsecaea pedrosoi*, an important agent of chromoblastomycosis in Argentina. In the epiphytic fungi, 41,8% of isolates were represented by: *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *Epicoccum nigrum*, *Penicillium spp.* and *Ulocladium atrum* complex. In the endophytic fungi those belonging to the genera *Chaetomium*, *Aspergillus*, *Phoma* and *Fusarium* exhibited the major diversity of species below 3000m; at higher altitude only *Phoma* kept a high diversity.

A. alternata complex, was the species showing the greatest adaptative capacity in the three methodologies and in the two altitudes.

The studied area revealed that the altitude seemingly does not alter the diversity of species on the substrates analyzed wherein the autochthonous flora of the region rather than the soil seem to be the most suitable reservoir and habitat.

INTRODUCCION

Los sustratos orgánicos e inorgánicos son la fuente potencial de la diversidad de los hongos en los diferentes ambientes y el suelo en sus diversos micro y macro-hábitat, han sido el principal tema de múltiples estudios temporales en distintos lugares del mundo (Fillipello Marchisio, 1986, 2000; Caretta et al., 1975; Mercantini et al., 1993; Youssef, 1992).



Figura 1.- Area de muestreo marcadas con círculos

Los hongos queratinofilicos, especialmente los **Onygenales** y sus anamorfos relacionados, comparten modalidades econutricionales en comunidades asentadas en diversos hábitat naturales o en los generados por el hombre. La composición cuali y cuantitativa de estas comunidades, depende de una variedad de factores físico-químicos y biológicos, donde se destaca la importancia de la composición del suelo, el pH, la flora y fauna y los factores climáticos (Abril et al., 1991). La región nordeste presenta una importante prevalencia de estos hongos, siendo la zona más estudiada, no así la región noroeste y menos aún en zonas elevadas, caracterizadas por condiciones geográficas y climáticas totalmente diferentes y adversas (Mangiaterra et al., 1989; 1998; 2000; Odetti et al., 1982). Escasos también son los informes nacionales sobre estudios de las comunidades fungicas saprofiticas del suelo o de epifitos y endófitos de la filósfera (Godeas, 1977; Venedikian, 1984; Cabral, 1985).

Los métodos de aislamiento para evaluar la diversidad fúngica presentan algunas limitaciones debido a que un cierto número de hongos no esporula en cultivos, es por eso que muchas veces se intenta determinarlos y enumerarlos directamente mediante anzuelos naturales en el suelo (queratina) o desde sus estructuras formadas sobre sus hospederos vegetales (Billis et al., 1994, Breeze et al., 1981, Christensen, 1981)

Basándonos en los trabajos efectuados en una misma latitud al otro lado de la cordillera de los Andes (Piontelli et al., 20002), en la Quebrada de Humahuaca (Prov. de Jujuy, Argentina), se analizó de acuerdo a un gradiente altitudinal en un período estacional, la distribución de algunas comunidades fúngicas queratinofilicas del suelo, epifitas y endófitas y al mismo tiempo detectar la selectividad de éstas metodologías en el aislamiento de patógenos oportunistas para el hombre y los animales.

MATERIALES Y METODOS

1) Area de estudio.

La Quebrada de Humahuaca está ubicada en la parte central de la Provincia de Jujuy, Argentina. Esta Provincia se halla al norte de la República, inserta en la región noroeste. Limita al norte con Bolivia, al sur y al este con la Provincia de Salta y al oeste con las Repúblicas de Bolivia y Chile.

La Quebrada de Humahuaca es uno de los dos ingresos naturales a la Puna. En su extremo norte sube hasta los 3700 metros sobre el nivel del mar, que es el paso hacia la Puna y en su extremo sur baja hasta los 1000 m. Es un valle tectónico producido por fractura de la corteza y levantamiento de las paredes laterales, debido a gigantescas presiones provenientes desde el oeste, cuando surgió la cordillera de los Andes.

Por estos valles corren, erosionando su surco, ríos alimentados por las torrenciales lluvias estivales y los deshielos, de caudales irregulares, torrentosos en verano y casi secos el resto del año.

La pre-puna posee un clima semiárido de altura, con temperaturas medias máximas que llegan a los 20°C y medias mínimas en invierno de -10°C. Las lluvias fluctúan entre los 100 y 400mm según las áreas y los fuertes vientos se orientan en el sentido de las quebradas, norte-sur (Rey, 1992).

La flora de esta zona es definida como estepa arbustiva, destacándose los cardones ramificados y cactus arborescentes de varios metros de altura. La xerofilia de este sector es templada por las hierbas hidrófilas y los bosquecillos de churquis (*Acacia caven* (Mol.) Molina) surgidos a la vera de los cauces.

Flora regional

Se recolectaron 41 ejemplares de hierbas silvestres, pertenecientes a los siguientes taxa:

Entre los 2000-3000m (27 muestras): *Cercidium australe*, *Schinus molle*, Crasulaceae, Bromeliaceae, *Festuca scirpifolia*, *Prosopis ferox*, *Cassia crassimea*, *Nicotiana glauca*, Brassicaceae, *Opuntia tilcarensis*, *Maihuenopsis glomerata*.

Sobre los 3000m (14 muestras): *Schinus molle*, *Festuca scirpifolia*, *Prosopis ferox*, Brassicaceae, *Maihuenopsis glomerata*, *Cortadera speciosa*, *Baccharis grisebachii*, Compositae, *Trichocereus pasacana*. *Cassia crassimea* fue la hierba dominante bajo los 3000m, mientras que sobre esa altitud fue *Schinus molle*.

2) Recolección de material

En el verano (Enero) del año 2001, se recolectaron 26 muestras de suelos, 16 entre los 2000-3000m y 10 muestras sobre los 3000m. El muestreo se realizó cada 5-6 km a lo largo del camino que se inicia a los 2000m con la localidad de Purmamarca y los 3700m, correspondiente con la localidad de Abra Pampa. En los lugares seleccionados las muestras se tomaron alejándose entre 200 y 300 metros del camino principal, eligiendo lugares donde se observaba la presencia de hierbas (Figura 1).

a) Con cuchara estéril se tomaron muestras de la capa superficial de suelo desde varios puntos (5 a 6) en una área aproximada de unos 50m², recolectando en bolsas plásticas estériles un total aproximado de 250 g por muestra. Estas se conservaron en caja térmica y en refrigerador a 4-6°C hasta el momento de su procesamiento.

b) Las muestras de vegetales silvestres se recolectaron mediante tijera estéril en las mismas áreas muestreadas del suelo, en bolsas de polietileno estériles, tratando de seleccionar tallos, hojas e inflorescencias si estaban presentes, las cuales se conservaron refrigeradas con el mismo procedimiento anterior hasta su identificación y

procesamiento en el laboratorio.

3) Aislamiento

a) Para el aislamiento de los hongos querati-nofílico/líticos a partir de las tierras se utilizó:

1) La técnica del anzuelo queratínico con la modificación de De Clerq & De Vroey (Abril, et al., 1991; De Clerq et al., 1981), empleando como fuente de queratina pelos de niños.

Las muestras de tierras se dispusieron en placas de Petri de 10cm a las que se le agregó trozos cortos de pelos (2-3cm). Luego se humedecieron con agua destilada con 0,25gr/l de cloramfenicol y 0,4gr/l de actidione. Todas las muestras se incubaron por duplicado a temperatura ambiente (25°C) durante 30 días. Cuando era necesario las placas se humedecían nuevamente con agua destilada.

2) Con el fin de aislar los hongos epífitos, se colocaron trozos de los vegetales, previamente lavados superficialmente en agua estéril, sobre la superficie de placas de Petri con agar agua (AA), incubándose por duplicado a temperatura ambiente durante 4 semanas.

3) Para el aislamiento de hongos endófitos, los vegetales fueron tratados con una solución de hipoclorito de sodio al 5% y lavados con agua estéril según la técnica de Bissegger et al., (1996). Posteriormente fueron sembrados por duplicado e incubados de la misma manera que el anterior procedimiento.

Todas las placas en todos los procedimientos se observaron bajo lupa a los 5, 10, 20 y 30 días.

Los hongos aislados de las tierras y de las hierbas fueron transferidos a placas de Petri con medio de Sabourad y/o agar papa dextrosa para la descripción macro y micro-morfológica de las colonias. En los casos que fue necesario se emplearon técnicas y medios de cultivo especiales para identificar las especies.

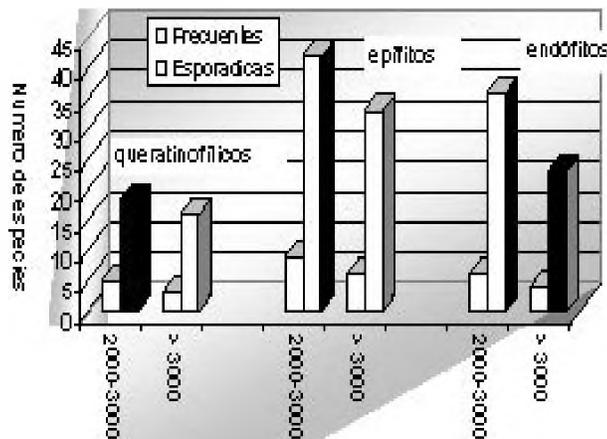


Gráfico 1.- Relación entre especies frecuentes y esporádicas queratinofílicas epífitas y endófitas según altitud.

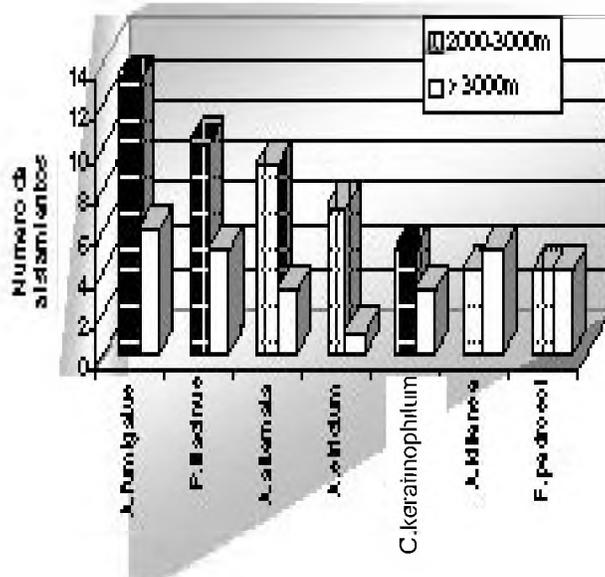


Gráfico 2.- Principales especies de hongos queratinófilos según altitud

La frecuencia de cada género se calculó en base a la presencia en el total de las muestras en cada escalón altitudinal. Cada género fue contabilizado una sola vez en cada placa no importando si su presencia era mayor.

La morfometría de los aislamientos se realizó mediante observaciones directas sobre los sustratos, cultivos y preparaciones en lactofenol y azul de algodón.

Para la clasificación general de los hongos se utilizaron las siguientes referencias, Orr *et al.*, 1977; Ellis, 1971, 1976; Van Oorschot, 1980; Domsch *et al.*, 1980; Currah, 1985, 1988; Von Arx, 1986; Cano & Guarro, 1990; Gams, 1971.

3) Análisis de resultados

Para el análisis de los datos se empleó el número y porcentaje de aislamientos de los taxa fúngicos y el índice de diversidad de Shannon-Weaver.

RESULTADOS

A) Generalidades

En los 2 gradientes altitudinales analizados, la presencia fúngica en todos los puntos de muestreo (n=26 suelos y n = 41 vegetales) mediante anzuelo queratinófilo y vegetal, permitió reconocer un total de 555 aislamientos repartidos en 60 géneros y 100 especies (Tabla 1).

Los géneros con mayor número de especies correspondieron a: *Acremonium*, *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Fusarium*, *Phoma* y *Ulocladium*. Los Zygomycetes fueron representados por 2 géneros, los Ascomycetes por 9, los Coelomycetes por 13 y los Hyphomycetes por

46.

Los taxa con mayor frecuencia de presencia en todos los sustratos y prácticamente en todas las altitudes fueron: *Alternaria alternata* complex, *Paecilomyces lilacinus*, *Penicillium* spp. y *Ulocladium atrum* complex.

En las 3 metodologías y entre los 2000 y 3000 m se obtuvo el mayor número de taxa y los mayores aislamientos en todas las altitudes correspondieron a los epifitos y a los endófitos.

B) Queratinofilos. Sobre el anzuelo queratinófilo se aislaron 17 géneros y 32 especies fúngicas.

B1) Onygenales y anamorfos relacionados.

Los **Onygenales** fueron poco representados sobre el sustrato queratinófilo, la mayor diversidad se obtuvo bajo los 3000 m. La mayor presencia correspondió a *Chrysosporium keratinophilum*, *Gymnascella aurantiaca* y *Aphanoascus fulvescens*. *Gymnascella hialinospora*, *Malbranchea albolutea* y *Chrysosporium indicum* se presentaron esporádicamente (Tabla 1).

B2) Taxa queratinofilos excluyendo los Onygenales

Acremonium presentó la mayor diversidad de especies, sin embargo, las de mayor frecuencia especialmente bajo los 3000 m, fueron: *Aspergillus fumigatus* y *Paecilomyces lilacinus* y *Alternaria alternata* complex (Tabla 1).

Acremonium bacillisporum, *A. kilianii*, *Clonostachys rosea*, *Fonsecaea pedrosoi* y *Fusarium solani* fueron constantes en las dos altitudes.

Las 5 especies consideradas más frecuentes *Aspergillus fumigatus*, *Paecilomyces lilacinus*, *Alternaria*

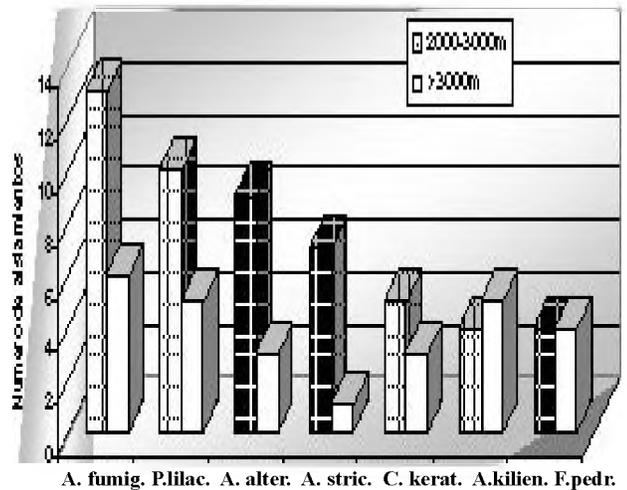


Gráfico 3.- Especies epifitas más frecuentes según altitud.

Tabla 1: Especies queratinófilas, epífitas y endófitas aisladas.

ESPECIES FUNGICAS	General (n=0)		%	Epífitas		%	Endófitas		%	n
	Δ1	Δ2		Δ1	Δ2		Δ1	Δ2		
<i>Ascomorium</i> sp.				2	1		1	1		2
<i>Ascomorium badliaporum</i>	4	4	5,7%	1	1					10
<i>Ascomorium dilloense</i>	4	2	5,2%							6
<i>Ascomorium psallioides</i>	2									2
<i>Ascomorium roseolum</i>	4	1								5
<i>Ascomorium striolatum</i>	7	1	5,7%	2	1					10
<i>Asfaransia asfaransia</i> complex	2	6	3,7%	12	3	11	17	2	12	61
<i>Aphanochaeta fulvicaena</i>		2								2
<i>Aphanochaeta alba</i>				1						1
<i>Asochiza</i> sp.				1			1	1		2
<i>Aspergillus carolinus</i>							1			1
<i>Aspergillus flavus</i>				3			2			5
<i>Aspergillus fumigatus</i>	10	6	15,2%		2					20
<i>Aspergillus niger</i>				6	3		1			10
<i>Aspergillus ochraceus</i>		3		2			1			5
<i>Aspergillus oryzae</i>				1						1
<i>Aspergillus terreus</i>	1									1
<i>Aspergillus ustus</i>	1				1					2
<i>Aspergillus versicolor</i>	3	1								4
<i>Aureobasidium pullulans</i> var. <i>pullulans</i>				1						1
<i>Aureobasidium pullulans</i> var. <i>metastrosum</i>				2	4		1			10
<i>Basidiopsis tharalioidea</i>					2		1	1		4
<i>Besleria</i> sp.							1			1
<i>Bipolaris australiensis</i>				2	1					3
<i>Bipolaris australis</i> (f. minor)					1					1
<i>Bodilya</i> sp.				1						1
<i>Bodilya olivacea</i>				1						1
<i>Chaetomorpha</i> sp.				1			2			3
<i>Chaetomorpha needlesquam</i>				2			2			4
<i>Chaetomium</i> sp.					1		1			2
<i>Chaetomium bostrychoideum</i>							1			1
<i>Chaetomium globosum</i>		1		2			3	2	5,7%	13
<i>Chaetomium murinum</i>				1			1			2
<i>Chaetomium</i> sp.					3		2	2		7
<i>Chrysosporium lividum</i>		1								1
<i>Chrysosporium leucotrichum</i>	2	2	5,7%							4
<i>Cladoglyphus chlorosporus</i>				12	7	10	12	7	15,2%	48
<i>Cladoglyphus chlorosporus</i>				2	1		2			5
<i>Clonostachyopsis</i>	4	4	5,7%							8
<i>Coniothyrium palmatum</i>					1					1
<i>Corradia</i> sp.					1					1
<i>Corradia lunata</i>				1						1
<i>Cryospora chryso-sporina</i>				1						1
<i>Cystidia</i> sp.				1						1
<i>Dalmanella mycelioides</i>					1					1
<i>Dimerisella nidulans</i>		1								1
<i>Dryoglyphum album</i>	2	2								4
<i>Epicoccium nigrum</i>				14	6	3,2	10	4	15,2%	61

Tabla 1 (Continuación)

<i>Eurospora castellana</i>	4	4	8,33					8
<i>Eusitium</i> sp.				3	1	1	3	3
<i>Eusitium dilatato-sporum</i>					1			1
<i>Eusitium equiseti</i>					1			1
<i>Eusitium verticillolobum</i>				4	2	1	1	8
<i>Eusitium oxycorum</i>						1	1	2
<i>Eusitium semi-rotundum</i>				2		1		3
<i>Eusitium rotundum</i>	2	3			1			3
<i>Eusitium subglutinaria</i>		1						1
<i>Gilkeyella mucronata</i> var. minor				1				1
<i>Grapthium</i> sp.				1				1
<i>Gymnascella aurantifera</i>	2							2
<i>Gymnascella hirsutispora</i>	1							1
<i>Leptochytrium charitatum</i>						1		1
<i>Leptochytrium holobium</i>	1							1
<i>Leptanospora brevicaulis</i>				2				2
<i>Leptanospora fallax</i>				1				1
<i>Lilicella atrifrutifera</i>				3				3
<i>Lobomyces muricatus</i> cf. <i>holobius</i>						1	1	2
<i>Lobomyces putredinis</i>					1	1	1	3
<i>Lycoperidium canaliculatum</i>				2				2
<i>Lycoper</i> sp.						1		1
<i>Magnospora sphaerica</i>				1			1	2
<i>Orbistroma alatum</i>				1				1
<i>Paracampoplex dichotoma</i>	10	3	11		1	2		13
<i>Paracampoplex imbricata</i>				3				3
<i>Peridillium app.</i>	1			2	3	71	6	13
<i>Peridillium chrysocarpum</i>					1	1	1	3
<i>Periconia longicaulis</i>				7	2		1	10
<i>Periconia nigricans</i>				1				1
<i>Peridictyonella maculata</i>				1	1	3	1	6
<i>Phoma</i> sp.						1	1	2
<i>Phoma abieticola</i>				4	2	2	1	10
<i>Phoma hercyniana</i>				6	4	4,00	6	7,21
<i>Phaeodiplodia canaliculata</i>						4		4
<i>Phaeochaetia rotunda</i>						1	1	2
<i>Phaeospora</i> sp.					1	1	1	3
<i>Phaeotrichobolus</i> sp.					1			1
<i>Phloeopus</i> sp.				1		1		2
<i>Populariopsis brevicaulis</i>				1				1
<i>Porcaria limicola</i>				1		1		2
<i>Porcariella minima</i>						2	1	3
<i>Psathyrotheca atrata</i> var. <i>microspora</i>				2	1			4
<i>Psamphyllum</i> sp.						1	1	2
<i>Porula hercyniana</i>				2	1		1	4
<i>Trichostema nitidum</i>				1				1
<i>Ulocladium atratum</i> concolor	1			3	7	6,12	6	3,4,62
<i>Ulocladium charitatum</i>					1			1
<i>Ulocladium subrotundum</i>					1			1
<i>Urochloporia pleuralis</i>				1				1
<i>Peridillium lamellata</i>	2							2
<i>Peridillium leucum</i>	2							2
	33	32	100	33	114	33		333

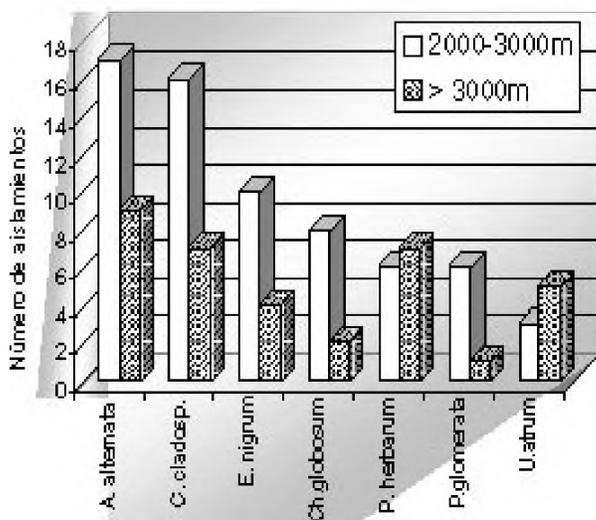


Gráfico 4.- Especies endófitas más frecuentes según altitud.

alternata, *Acremonium strictum* y *Clonostachys rosea*, representaron el 51,8% del total de los aislamientos, mientras el grupo de los taxa esporádicos fue integrado por 18 especies (Tabla 1, Gráfico 1). El índice de diversidad de Shannon-Weaver fue similar en ambas altitudes (1,23 y 1,20). La relación entre especies frecuentes y esporádicas queratinofílicas según altitud fue de 5/18 entre 2000-3000 m y 3/16 sobre los 3000 m (Tabla 1, Gráfico 1).

C) Epífitos. Entre los 2000–3000m se aislaron 35 géneros y 51 especies, mientras sobre los 3000m, 25 géneros y 39 especies. Las frecuencias más altas bajo los 3000m correspondió a *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *Epicoccum nigrum*, *Penicillium* spp., *Ulocladium atrum* complex, *Periconia byssoides* y *Phoma herbarum*. Sobre los 3000 m, *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *Ulocladium atrum* complex, *Epicoccum nigrum*, *Penicillium* spp. y *Phoma glomerata*.

Aspergillus, *Acremonium* y *Fusarium* presentaron la mayor diversidad de especies bajo los 3000 m, mientras que sobre esta, fueron *Fusarium*, *Ulocladium* y *Acremonium* (Tabla 1).

Ulocladium atrum, *Aureobasidium pullulan* var. *melanigenum* y *Phoma glomerata* fueron las especies más constantes en ambas altitudes.

Las 5 especies consideradas frecuentes *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *Epicoccum nigrum*, *Penicillium* spp. y *Ulocladium atrum* complex, representaron el 41,8% del total de los aislamientos, mientras el resto de los taxa frecuentes y esporádicos fue integrado por 46 especies (Tabla 1, Gráfico 3).

El índice de diversidad de Shannon-Weaver fue similar en ambas altitudes (1,49 y 1,45).

La relación entre especies frecuentes y esporádicas según altitud fue de 9/42 entre 2000-3000 m y 6/33 sobre los 3000 m. (Tabla 1, Gráfico 1).

D) Endófitos. Entre los 2000 –3000 m se aislaron 27 géneros y 42 especies, mientras que sobre los 3000m 21 géneros y 27 especies. La frecuencia más alta bajo los 3000m correspondió a *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *Epicoccum nigrum*, *Chaetomium globosum*, *Phoma herbarum* y *Phoma glomerata*. las que representaron más 50% del total de los aislamientos. Mientras de las 27 aisladas sobre los 3000 m, el 54,4% fue integrado por: *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *Phoma herbarum* y *Ulocladium atrum* complex.

Chaetomium, *Aspergillus*, *Phoma* y *Fusarium*, presentaron la mayor diversidad de especies bajo los 3000m, mientras que sobre esta, solamente *Phoma* mantuvo una alta diversidad. (Tabla 1). *Phoma herbarum* y *Ulocladium atrum* complex fueron las especies más constantes en ambas altitudes.

El índice de diversidad de Shannon mostró una leve variación en ambas altitudes (1,38 y 1,27).

La relación entre especies frecuentes y esporádicas endófitas según altitud fue de 6/36 entre 2000-3000 m y 4/23 sobre los 3000 m (Gráfico 1).

DISCUSION

La Cordillera de los Andes representa una de la más importantes barreras naturales que separa, no sólo la República Argentina de Chile, sino también, climas y características geográficas diversas, algunas de las cuales consideradas casi como ambientes extremos, donde los microorganismos deben adaptarse a estas condiciones adversas de sobrevivencia. En estas latitudes, esta barrera natural, separa un ecosistema desértico del lado chileno, de uno semidesértico del lado argentino, ambos acentuándose con la altura (Rey, 1992; Hoffman, et al., 1991; Piontelli et al., 2002).

El conocer la variación espacio temporal de las comunidades microfúngicas en zonas semi-desérticas y andinas es relevante en la biodiversidad y el rol de estos organismos en la regulación de otras comunidades en los ecosistemas (Hawksworth, 1991).

Se conoce que el comportamiento de los hongos en el suelo es influenciado por una combinación de factores que actúan simultáneamente, pero con variadas eficiencias y que el contenido de materia orgánica del suelo es el mayor factor limitante en la presencia de estos organismos (Wicklow, 1973; Shaban, 1996; Moubasher & Mostafa 1970).

Es probable que algunos hongos **Onygenales** queratinó-

filos, se dispersen en varios tipos de suelos mostrándose más activos en aquellos más ricos en queratina y humedad (Abril *et al.*, 1991). La queratina representa no sólo uno de los tantos factores de crecimiento para este grupo fúngico, sino un substrato utilizado parcialmente por hongos del suelo.

La peculiar situación de la Quebrada de Humahuaca con la altitud y disposición de las sierras, presenta un microclima contrastante con la contraparte chilena. Este estudio realizado en un ambiente de muy baja densidad poblacional humana y animal (tanto domésticos como silvestres), podría ser uno de los motivos del escaso número de **Onygenales** y anamorfos relacionados encontrados. Es importante considerar también que este muestreo puntual en el cual se analizó sólo un momento estacional cálido (verano), pudo haber sido determinante en la baja presencia de propágulos viables.

El único integrante de este grupo fue *Aphanoascus fulvescens*, mientras la ausencia de *Geomyces*, podría ser un claro indicador de la temporada cálida del muestreo al ser considerado un hongo psicrófilo. *Auxarthron* y *Uncinocarpus*, hallados en la misma latitud al otro lado de la cordillera una zona con casi el 0% de pluviosidad (Piontelli *et al.*, 2002), tampoco fueron detectados. Esta disminución puede deberse a factores netamente edáficos, donde la competencia de la comunidad queratinofílica fué representada por otros grupos fúngicos.

La hipótesis que el tipo de queratina presente en los suelos puede condicionar la distribución de los hongos afines a ésta, puede ser válida si éstos son considerados sólo bajo el aspecto de su habilidad saprofítica competitiva hacia el substrato (De Vroey, C., 1968; Caretta *et al.*, 1975).

A. fumigatus, *P. lilacinus* y *A. alternata* complex, fueron las especies aisladas con mayor frecuencia sobre el anzuelo queratínico. Todas ellas como otros integrantes de sus géneros, han sido señaladas como agentes etiológicos ocasionales de enfermedades del hombre y de los animales. *A. fumigatus*, la especie patógena más frecuentemente hallada, incluso en la Argentina, produce una amplia gama de lesiones inflamatorias y granuloma-tosas en pacientes debilitados, donde la invasión de cavidades pulmonares preexistentes y la infección generalizada invasiva son las más comunes en los humanos (Rubinstein *et al.*, 1981; Yunis *et al.*, 1992; Richardson *et al.*, 1998). Es un hongo termotolerante y cosmopolita, que puede desarrollarse en un rango de temperaturas entre 12 a 52°C y se ha detectado también en las mismas laltitudes y substratos en el lado chileno de la cordillera (Piontelli *et al.*, 2002).

P. lilacinus no es un termotolerante, pero puede crecer a temperaturas de 37°C, es fuertemente proteolítico, descompone la queratina y se ha visto involucrado en varios cuadros clínicos superficiales y sistémicos en pacientes

inmunosuprimidos, especialmente en trasplantes considerándose como un oportunista emergente (Domsh *et al.*, 1980; Schell, 1995; Clark, 1999).

Las especies de *Alternaria* son cosmopolitas, comunes como saprófitos en el suelo y vegetación, fitopatógenas e integrantes comunes de la micota anemófila. *A. alternata* complex y *A. tenuissima*, son las principales especies que pueden afectar al hombre y los animales produciendo infecciones cutáneas y profundas y consideradas importantes alérgenos en personas atópicas. Las infecciones causadas por *Alternaria* se han reportado preferentemente en países mediterráneos, originándose por implantación traumática (Badillet, 1991; Gené *et al.*, 1995; Hazouard *et al.*, 1999).

Es muy difícil poder efectuar comparaciones con los estudios registrados en distintas regiones del país, debido a que estas investigaciones fueron realizadas en zonas densamente pobladas, donde la mayoría de los reportes sólo informan de los aislamientos a nivel genérico, lo que no permite un paralelismo con nuestros resultados (Reca *et al.*, 1987; Nobile *et al.*, 1979; Iovannitti *et al.*, 1985; Mangiaterra *et al.*, 1998). Aún así, la presencia de los integrantes del género *Aspergillus* son comunes en todos los estudios. No se mencionan los integrantes del género *Fonsecaea* y sólo en la Provincia del Chaco se detectó *P. lilacinus* (Mangiaterra *et al.*, 1998).

Fonsecaea pedrosoi, otra de las especies con moderada frecuencia sobre el anzuelo queratínico, es el principal productor de cromomycosis en Argentina, pero no parece haber referencias respecto a su aislamiento con esta metodología, mientras *P. lilacinus*, a pesar de su presencia cosmopolita y ser común en los aislamientos con substratos queratínicos, se ha detectado escasamente como causante de micosis oportunista, pero desconocemos si estos datos han sido publicados. *P. lilacinus*, es un agente potencial de endoftalmítis y queratítis, pero también ha sido encontrado como productor de hialo-hifomicosis, infecciones cutáneas y sinusitis maxilar (Castro *et al.*, 1990; Richardson *et al.*, 1998; Hoog *et al.*, 2000).

La misma situación se presenta en algunos integrantes del género *Acromonium*, microorganismos geófilos que pueden producir diversas infecciones en el hombre. *A. kilinense*, la especie con mayor presencia, ha sido señalada como agente de hialohifomicosis, micetomas, úlceras de córnea y de endoftalmítis en Argentina (Negroni *et al.*, 1985; Toledo, *et al.*, 1995).

La información ecológica y el rol relativo que cumple cada especie en la adaptación a categorías econutricionales diversas como la colonización de los substratos queratínicos, contribuye a la mejor comprensión de uno de los mecanismos de dispersión y presencia ambiental de las especies consideradas potencialmente patógenas para el hombre y los animales.

La alta presencia en el anzuelo quera-



Figura 2.- *Urohendersonia platensis*, conidios con una vaina mucoide y apéndice flexuosos, 1000 x



Figura 3.- *Pleiochaeta setosa*, célula conidiógena y conidios con su célula apical donde nacen apéndices subulados ramificados, 1000x.

tínico de las especies oportunistas como: *A.fumigatus*, *Acremonium kiliense*, *Fpedrosoi* y *P. lilacinus*, tienden a desaparecer como epifitos y endófitos en ambas altitudes, mientras *Fusarium*, *Ulocladium*, *Acremonium sp.*, *C.cladosporioides* y *E. nigrum*, se presentan más asociados a la vegetación que al substrato queratínico.

Las especies epifitas y endófitas aisladas del anzuelo vegetal mostraron un modelo de distribución francamente diferente al del suelo. Esto confirma la selectividad que hábitat - sustrato ejercen sobre ambas comunidades, en especial en la mayor diversidad encontrada en las hierbas. Excepto *Alternaria*, las poblaciones fúngicas que fueron dominantes en el substrato queratínico no lo fueron en los vegetales. Se observó a su vez una mayor presencia y diversidad de hongos epifitos y endófitos entre los 2000-3000m, la cual se reduce casi al 50% por sobre esta altitud.

Las especies dominantes: como epifitos y endófitos, tales como *A. alternata*, *C. cladosporioides*, *E. nigrum*, *U. atrum*, son hongos dematiaceos y gracias a la presencia de melanina, los conidios y otras estructuras de estas especies son resistentes al daño de las radiaciones UV (Pugh *et al.*, 1971) y toleran largos períodos de desecación (Diem, 1971). Los 3 primeros taxa junto con *Phoma herbarum* y *Pglomerata*, se consideran colonizadores primarios de una gran variedad de plantas (Hudson, 1962) y son esencialmente epifitos mientras las estructuras vegetales no alcancen la senescencia, aún así algunos tienen la capacidad de actuar como endófitos (Pugh, *et al.*, 1971; Petrini *et al.*, 1979) y bajo ciertas circunstancias como débiles parásitos vegetales (Dickinson, 1981).

Es notable la diferente distribución y diversidad encontrada, en los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Ulocladium* en el lado chileno. Algunas especies que se

presentaron como dominantes en un lado no lo fueron o estuvieron ausentes en el otro. *Emericella nidulans*, uno de los epifitos dominantes del desierto chileno no se aisló en la Quebrada de Humahuaca, en cambio, *E. nigrum* epifito y endófito dominante en este estudio sólo se presentó escasamente en los 3 substratos sobre los 4000m. en el lado chileno (Piontelli *et al.*, 2002).

La riqueza de especies de los 3 tipos de comunidades aisladas en este estudio fue bajo si se compara con la contraparte chilena, además, la mayor presencia encontrada en este estudio fue en los vegetales y no en el anzuelo queratínico, una situación inversa de lo observado al otro lado de la cordillera.

Los 7 géneros con mayor frecuencia de presencia representan el 81% del total de aislamientos, tanto bajo los 3000m como por sobre éstos. Mientras *Ulocladium*, *Penicillium* y *Phoma* que no tuvieron representatividad en el anzuelo queratínico en esta área de estudio, fueron las especies dominantes en las muestras chilenas. Pero si lo tuvieron en nuestro lado como epifitos y endófitos. En cambio, *Clonostachys* y *Fonsecaea* que se destacaron en el área argentina, no se registraron al otro lado de la cordillera.

Como hallazgos biogeográficos interesantes en estos ambientes andinos se destaca la presencia de *Urohendersonia platensis* como epifito y *Pleiochaeta setosa* como endófito (Figura 2-3).

La heterogeneidad espacio-temporal en las zonas desérticas o semi desérticas, afecta la composición y riqueza de sus comunidades, debido a la gran variabilidad de parámetros (Polis, 1991), no obstante, tiende a cierto grado de estabilidad, donde la dominancia de unas pocas especies se asocia a un gran número de

géneros codominantes (Gochenaur, 1975).

CONCLUSIONES

La baja presencia de **Onygenales** en el anzuelo queratinico, puede asociarse al predominio de grupos de especies de mayor capacidad competitiva y tolerantes al estrés, a las condiciones fisico-químicas del suelo o a la escasa fauna existente.

Los epífitos y endófitos en las 2 altitudes analizadas registraron el mayor número y diversidad de taxa, siendo los **Hyphomycetes** el grupo más representativo en géneros y especies.

A.alternata complex, fue la especie con mayor capacidad adaptativa en las 3 metodologías y en las 2 altitudes. En la queratina, la más alta frecuencia de presencia en la comunidad, fue integrada sólo por *A. alternata*, *A. fumigatus* y *P. lilacinus*; mientras en los epífitos y endófitos estuvo representada por: *A. alternata*, *C. cladosporioides*, *E. nigrum*, *P. herbarum*, *P. glomerata* y *U. atrum* complex, siguiendo el clásico modelo de composición de los habitantes del filoplano en zonas tropicales y subtropicales, considerados como comunes saprófitos primarios.

Aternaria. alternata complex, *Aspergillus fumigatus*, *Acremonium kiliense*, *Fonsecaea pedrosoi* y *Paecilomyces lilacinus*, han sido señalados como agentes etiológicos oportunistas de enfermedades del hombre y de los animales, siendo *A. fumigatus* y *F. pedrosoi* las especies potencialmente patógenas más frecuentes. Debe destacarse la capacidad de este substrato para detectar la presencia de *F. pedrosoi* un importante agente de cromom-

blastomicosis

Si bien éste estudio puntual en el tiempo, no permite mayores comentarios, los géneros más frecuentes y un buen número de esporádicos no parecen afectarse por el estrés altitudinal, donde la flora autóctona de la región, más que el suelo, puede representar el reservorio y hábitat fúngico más propicio.

AGRADECIMIENTOS

Al Prof. Daniel Sabadini Ruoppulo por su colaboración y apoyo en el muestreo y clasificación de los vegetales.

Abril, M.J.; Guisantes, J.A. & Rubio, M.F. (1991) Estudio de los dermatofitos y otros hongos queratinofílicos de los suelos de Navarra. Rev. Iberoam Micol 8:79-88

Ajello, L.A. (1968) Taxonomic review of the dermatophytes and related species. Sabouradía 6:147-159

Badillet, G. (1991). Les alternarioses cutanées. Revue de la Litteraturé. J. Mycol. Med. 118:59-71

Billis, G. & Polishook, J. (1994) Abundance and diversity of microfungi in leaf litter of a lowland rain forest in Costa Rica. Mycologia 86:187-198

Bisseger, M. & Sieber, T. (1996) Assamblages of endophytic fungi in coppice shoots of *Castanea sativa*. Mycologia 86(5):648-655.

Breeze, E. & Dix, N. (1981) Seasonal analysis of the fungal community on Acer platanoides leaves. Trans Br Mycol Soc 77:321-328

Cabral, D. (1985) Phyllosphere of *Eucalyptus viminalis*: Dynamics of fungal populations. Trans Br Mycol Soc 85(3):501-511

REFERENCIAS

Caretta, G. & Piontelli, E. (1975) Isolation of keratinophilic fungi from soil in Pavia, Italy. Sabouradía. 13:33-37.

Castro, L.G.M.; Salebian, A. & Sotto, M.N. (1990) Hialohifomicosis by *Paecilomyces lilacinus* in a renal transplant patient and a review of human *Paecilomyces* species infections. J. Med. Vet. Micol. 28:15-26

Christensen, M. (1981) Species diversity and dominance in fungal communities. In: Wicklow, D. & Carroll, G. (eds.) The fungal community. Marcel Dekker, New York pp.201-232.

Clark, N.M. (1999). *Paecilomyces lilacinus* infections in a heart transplant recipient and successful treatment with terbinafine. Clin. Inf. Dis.28:1169-1170

De Clerq, D. & De Vroey, C.H. (1981) Procédé favorisant l'isolement de champignons kératinophiles par la technique de Vanbreuseghem. Bull. Soc.Fr.Mycol.Méd. 10:29-32

De Vroey, C. (1968) Ecologie de quelques Gymnoascacées kératinophiles (I). Bull. de l'Acad. Royale de Belgique (Classe des Sciences) 54:1352-1368.

Dickinson, C.H. (1981) Leaf surface microorganisms as pathogen antagonists and as minor pathogens. In: Jenkyn JF, Plumb RT, eds. Strategies for the control of serial disease. Oxford: Blackwell. pp.109-121.

Diem, H.G. (1971) Effect of low humidity on the survival of germinated spores commonly found in the phyllosphere. In: Preece TF, Dickinson CH, eds. Ecology of leaf surface microorganisms. London: Academic Press. pp.209-219.

Dominik, T.; Inhatowicz, A.; Kopylow, H. & Mietkiewsky, R. (1973) Micoflore of sand boxes in kindergardens in Szczecin. Ekologia Polska 21:901-923.

Domsch, L.H.; Gams, W. & Anderson T.H. (1980). Compendium of soil fungi. Academic Press, London, N.York.

Fillipello Marchisio, V. (1986) Keratinolytic and keratinophilic fungi of children in the city of Turin. Mycopathologia 94:163-172

Fillipello Marchisio, V. (2000) Keratinophilic fungi: Their role in nature and degradation of keratinic substrates Biology of Dermatophytes. And other Keratinophilic Fungi. Editors RKS & J. Guarro. Rev. Iberoam Micol 86-92

- Gené, J.; Azón -Masoliver, A.; Guarro, J.; Ballester, F. ; Pujol, I.; Llovera, M.; Ferrer, C.** (1995). Cutaneous phaeohyphomycosis caused by *Alternaria longipex* in an immunosuppressed patient. J.Clin. Microbiol. 33:2774-2776
- Godeas, A.M.** (1977) Estudio cuali y cuantitativo de los hongos del suelo del bosque de *Nothofagus dombeyi*. Biol D Thesis, Universidad de Buenos Aires
- Hazouard, E.; Doucet, O.; Therisol-Ferly, M.; Mayelo, V.; Dequin, P.; Legras, A.; Perrotin, D.** (1999). Choc septique mortel á *Alternaria alternata*. Medecine et Maladies Infectieuses 29:136-138
- Hawksworth, D.L.** (1991). The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance and conservation. Mycol. Res.95:641-655
- Hawksworth, D.L. & Ritchie J.M.** (1993) Biodiversity and Biosystematic priorities: microorganisms and invertebrates. C.A.B. International. Wallingford UK.
- Hoffman, A.A. & Parson, P.A.** (1991). Evolutionary genetics and environmental stress. Oxford University Press. N.York.
- Hoog, G.S.de.; Guarro, J.; Gené, J.; Figueras, M.J.** (2000) Atlas of Clinical Fungi. Centraalbureau voor Schimmelcultures. 2da. Ed. Baarn and Delft, The Netherlands.
- Hudson, H.J.** (1962) Succession of microfungi on ageing leaves of *Saccharum officinarum*. Trans Br Mycol Soc. 45:395-423
- Iovannitti, C.; Malliarchuk O.; Casanova, A.; Dawson M.** (1985) Estudio micológico en muestras de tierra de la ciudad de La Plata. Rev. Arg Micología. 8:9-11
- Mangiaterra, M. & Alonso, J.M.** (1989) Keratinophilic genera of fungi in soils of Corrientes. Boletín Micológico 4:129-133
- Mangiaterra, M.; Piontelli, E.; Giusiano, G.; Grixolli, M. & Alonso, J.M.** (1998) Geohongos queratinofílicos de los Dptos. San Fernando y General San Martín. Chaco-Argentina. Boletín Micológico 13:77-84
- Mangiaterra, M.; Giusiano, G.; Deluca, G. & Alonso, J.M.** (2000) Geohongos queratinofílicos en área de recreación de jardines de infantes en Resistencia (Argentina). Boletín Micológico. Chile. 15:101-106
- Mercantini, R.; Marssella, R.; Moretto, D.; Finotti, E.** (1993) Keratinophilic fungi in artic environment. Mycopathologia 122:169-175
- Moubasher, A.H. & Mostafa, A.F.** (1970). A survey of Egyptian soil fungi with special reference to *Aspergillus*, *Penicillium* and *Penicillium*-related genera. Trans. Br. mycol. Soc. 54:35-44
- Mujica, M.T. & Bracalenti, B.** (1987) Estudio de la micoflora de suelos de cultivos alternantes del sur de la Prov. de Santa Fe. Actas III Congreso Argentino de Micología y XIII Jornadas Argentinas de Micología.
- Negrón, R.; Robles A.M.; Arechavala, A.; Fonfacion, C.** (1985) Mictoma podal por *Acremonium fulciforme*. Actas XII Jornadas Argentinas de Micología. San Luis.
- Nobile, R.; Baggio, V. & Morra, C.** (1979) Flora micológica del Valle de la Luna. Actas XI Jornadas Argentinas de Micología. 205-212.
- Odetti, L.; Zicre, M.A. & Sarsotti, P.** (1982) Hongos queratinofílicos aislados de muestras de tierra de la ciudad de Santa Fe. Argentina. Rev Soc Bioq Santa Fe 2:21-24
- Petrini, O.; Müller, E. & Luginbühl, M.** (1979) Pilze als Endophyten von grünen Pflanzen. Naturwissenschaften 66:262-263
- Piontelli, E. & Grixolli, M.A.** (1997) Microhongos de la Patagonia chilena: algunos ascomycetes coprófilos. Boletín Micológico. Chile. 12(1-2):13-24
- Piontelli, E.; Toro, M.A.; Giusiano, G. & Vivar, V.** (2002). Distribución altitudinal de hongos queratinofílicos, epífitos y endófitos en suelos desérticos del norte chileno (II Región, 23°L.S y 68° L.W.) Boletín Micológico 17: 33-49
- Pugh, G.I.F. & Buckley, N.G.** (1971) The leaf surface as a substrate for colonization by fungi. In: Preece TF, Dickinson CH, eds. Ecology of leaf surface microorganisms. London: Academic Press pp.431-446.
- Pugh, G.I.F. & Buckley, N.G.** (1971) *Aureobasidium pullulans*: an endophyte in sycamore and other trees. Trans Br Mycol Soc. 57:227-231
- Reca, M.; Duarte, A.R.; Balatorre, R.; Chade, M.** (1987) Investigación de hongos queratinofílicos en suelos de la ciudad de Posadas. Actas III Congreso Argentino de Micología y XIII Jornadas Argentinas de Micología.
- REY W.** (1992) Provincia de Jujuy In: REY W. (Eds). Atlas total de la República Argentina, Centro editor de América Latina. Buenos Aires pp.94 -96
- Richardson, M. & Warnock D.** (1998) Fungal infection. Diagnosis and management. 2da ed. Ed. Blackwell Science. Oxford Londres
- Rippon, J.V.** (1982) Medical mycology. 2nd ed. W.B. Saunders Company. Philadelphia.
- Rubinstein, P.; Negrón, R.** (1981) Micosis broncopulmonares del adulto y del niño. 2da ed. Ed. Beta, Buenos Aires. pp 126-150
- Schell, W.A.** (1995). New aspects of emerging fungal pathogens. Clinics Lab. Med. 15:365-387
- Shaban, G.N.** (1996). Further studies on Egyptian soil fungi: Succession of sugar and osmophilic fungi in soil amends with five organic substrates. Mycopathologia 136:33-40
- Toledo, D.; Martín, D.; Douthat, L.; Pascual, M.; Gunia, M.** (1995) Endoftalmitis por *Acremonium kiliense*. Rev Arg Micología 18:30-32
- Vanbreuseghem, R.** (1952) Technique biologique pour l'isolement des dermatophytes du sol. Ann. Soc. Belge de Med. Trop. 32 :173-8
- Venedikian, N.** (1984) Analisis de la micoflora en hojas vivas de *Pinus taeda*. Physis Buenos Aires 42(102):7-16
- Wicklow, D.T.** (1973). Microfungal populations in surface soils of manipulated prairie stands. Ecology 54:1302-1310
- Youssef, Y.A.; El-Din, A.A. & Hassanein, S.M.** (1992) Occurrence of keratinophilic fungi and related dermatophytes in soils in Cairo, Egypt. Zentralbl Mikrobiol 147:80-85
- Yunis, A.; De Salvo, M.; Galati, M.** (1992) Aspergillosis. Diagnóstico y Tratamiento. Ed. Ergon. Buenos Aires. pp 11-17