



Revista Iberoamericana de Micología

www.elsevier.es/reviberoammicol



Original

Hongos queratinofílicos en suelos de parques de la ciudad de Corrientes, Argentina



María Mercedes Sarmiento^a, Magdalena Mangiaterra^a, María Viviana Bojanich^b,
Juan Ángel Basualdo^c y Gustavo Giusiano^{a,*}

^a Área de Micología, Instituto de Medicina Regional, Universidad Nacional del Nordeste, Resistencia, Chaco, Argentina

^b Cátedra de Microbiología General, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina

^c Centro Universitario de Estudios Microbiológicos y Parasitológicos, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 17 de octubre de 2014

Aceptado el 27 de febrero de 2015

On-line el 27 de mayo de 2015

Palabras clave:

Hongos geófilos

Hongos queratinofílicos

Suelos

R E S U M E N

Antecedentes: El suelo es el reservorio natural de hongos queratinofílicos que constituyen un pequeño pero importante grupo de hongos filamentosos; algunos de ellos se desarrollan típicamente sobre tejidos queratinizados de animales vivos. Hay numerosas especies de geohongos saprobios con habilidades queratolíticas reconocidas y son varios los trabajos realizados con el fin de vincular su presencia a la posible enfermedad humana.

Objetivos: La biota de geohongos en general y la de aquellos queratolíticos en particular en suelos de dos parques públicos.

Métodos: Las muestras se tomaron de suelos de dos parques públicos de la ciudad de Corrientes, Argentina, durante dos estaciones del año. Para el aislamiento de los hongos se usaron las técnicas del anzuelo queratínico y la de las diluciones.

Resultados: Mediante el anzuelo se aislaron 170 cepas que se clasificaron en 17 géneros y 21 especies, entre las que merece destacar la presencia de *Microsporium canis*. El índice de Shannon de hongos queratolíticos fue medio, siendo en otoño (2,27) más alto que en primavera (1,92). Con la técnica de diluciones seriadas se obtuvieron 278 cepas que se clasificaron en 33 géneros y 71 especies; el índice de Shannon fue más alto en otoño (3,9) que en primavera (3,5).

Conclusiones: Los suelos estudiados presentan condiciones particularmente favorables para la supervivencia de geohongos patógenos y oportunistas para el hombre y los animales.

© 2014 Revista Iberoamericana de Micología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Keratinophilic fungi in soils of parks of Corrientes city, Argentina

A B S T R A C T

Background: The soil is a natural reservoir of keratinophilic fungi, which are a small but important group of filamentous fungi, some of which typically develop on keratinized tissues of living animals. There are numerous species of saprophytic fungi with recognized keratinophilic abilities, and several studies have been undertaken in order to link their presence to possible human disease.

Aims: To know the biota of geophilic fungi in general and of keratinophilic fungi particularly in soils from two public parks.

Methods: Soil samples from two public parks of Corrientes city, Argentina, were studied during two seasons, using the hook technique and serial dilutions for fungal isolation.

Results: Using the hook technique, 170 isolates were classified into 17 genera and 21 species, among which it is worth mentioning the presence of *Microsporium canis*. Shannon index for keratinophilic fungi

Keywords:

Geophilic fungi

Keratinophilic fungi

Soils

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: gustavogiusiano@yahoo.com.ar (G. Giusiano).

in autumn was 2.27, and 1.92 in spring. By means of the serial dilutions technique, 278 fungi isolated were identified into 33 genera and 71 species. Shannon index in autumn was 3.9, and 3.5 in spring.

Conclusions: The soils studied have particularly favorable conditions for the survival of pathogens and opportunistic geophilic fungi for humans and animals.

© 2014 Revista Iberoamericana de Micología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

El suelo es el hábitat primordial de los hongos; para algunas especies es el sitio donde cumplen su ciclo biológico, para otras es solo un hábitat temporal donde permanecen hasta que, a través de algún mecanismo, logran alcanzar su nicho definitivo²⁶. También es el reservorio natural de hongos queratinofílico/líticos. Estos constituyen un pequeño pero importante grupo de hongos filamentosos; algunos de ellos se desarrollan típicamente sobre tejidos queratinizados de animales vivos²⁵. La presencia de geohongos con la capacidad de degradar la queratina fue descubierta en 1952; desde entonces se han reconocido más de 40 especies con esta habilidad. La distinción entre queratinolíticos y queratinofílicos es sutil y está basada en la diferente capacidad de usar la queratina. Sin embargo, entre los hongos fuertemente queratinolíticos, los débilmente queratinolíticos y los que solo digieren los compuestos queratinínicos no hay una separación clara^{29,33,45}. Los hongos queratinofílico/líticos son descomponedores de primera línea, indispensables para el ciclo biológico de la queratina y sus derivados, de ahí su importancia ecológica. Ellos están presentes en el ambiente con un patrón de distribución variable que depende de diferentes factores, tales como el pH del suelo y la presencia de seres humanos y otros animales, que es de fundamental importancia^{42,47}. La habilidad de degradar la queratina es una característica poco común dentro de los hongos. La mayoría de los hongos queratinofílico/líticos conocidos pertenece al orden Onygenales, que agrupa a los dermatofitos y mohos afines, si bien hay algunas pocas especies de otros órdenes con esta característica. Todos son saprobios, comunes en el suelo y en restos de vegetales²⁵. Los dermatofitos y hongos afines son queratinolíticos, y pueden infectar al hombre y los animales dando lugar a un ciclo entre el hombre, los animales y el suelo. *In vivo* e *in vitro*, provocando infecciones bien definidas en sus hospederos^{21,42}. La mayoría de los dermatofitos, aun los más especializados, son capaces de vivir saprofiticamente; por ejemplo, *Microsporum canis* y *Trichophyton mentagrophytes* var. *granulosum*^{43,46}. Los suelos ricos en materia orgánica pueden, por lo tanto, constituirse en un reservorio ocasional o permanente de ellos. El suelo probablemente es, en la compleja cadena epidemiológica, el eslabón que relaciona tanto en lo evolutivo como en el desarrollo a los dermatofitos geófilos, zoófilos y antropófilos²¹.

Actualmente hay muchas especies de geohongos saprobios con habilidades queratinofílico/líticas reconocidas, y son numerosos los trabajos realizados en distintos lugares con el fin de vincular su presencia a la posible enfermedad humana^{1,13,21,24,33}. En nuestro país se ha informado del aislamiento de estos agentes en zonas rurales y áreas urbanas con características biogeográficas variadas^{23,30–32}.

El objetivo de este trabajo fue conocer la biota de geohongos en general y la de queratinofílico/líticos en particular, en suelos de dos parques públicos.

Materiales y métodos

Área de estudio

El muestreo se realizó en parques de la ciudad de Corrientes, Argentina (27°28'S-58°49'O). Esta ciudad es la capital de la provincia homónima y está situada a 52 m sobre el nivel del mar, a orillas del río Paraná. Su clima es subtropical, sin estación seca. La humedad relativa media anual es del 72%. La temperatura

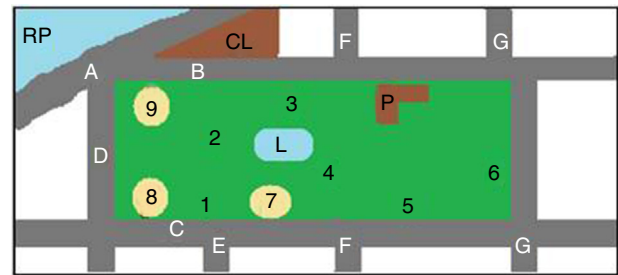


Figura 1. Esquema del parque Camba Cuá. A: Avenida Costanera; L: lago natural; P: Paseo Cultural; RP: río Paraná; 1 a 9: sitios de muestreo; 7, 8 y 9: arenosos.

media anual es de 21,5 °C, con temperaturas extremas de 45 °C en verano y -4 °C en invierno. Su régimen de lluvias es regular, con precipitaciones que van de 950 a 1.400 mm anuales¹⁰.

Los predios estudiados, parque Camba Cuá (fig. 1) y parque Mitre (fig. 2), están ubicados dentro de la zona urbana de la ciudad, frente al río Paraná, con amplios espacios sombreados.

Muestras de tierra

Para la toma de muestras se eligieron los lugares más concurridos por los visitantes (figs. 1 y 2). Las muestras fueron tomadas utilizando una geometría triangular equilátera, con un triángulo imaginario de 2 m de lado en cada punto elegido. Cada muestra se conformó con 2 muestras de tierra, una por cada vértice del triángulo. Se realizaron 2 muestreos, uno en la primavera de 2011 y otro en el otoño de 2012, en los mismos lugares. El material se obtuvo con cuchara estéril, tomándolo justo por debajo de la superficie de la tierra (0,5-1 cm), después de eliminar el material vegetal, los detritos y otros restos de la superficie del suelo. Cada muestra consistió en 200-250 g de suelo, que se colocaron en sobres de papel estériles. Las muestras recogidas se conservaron en nevera hasta el momento de su procesamiento.

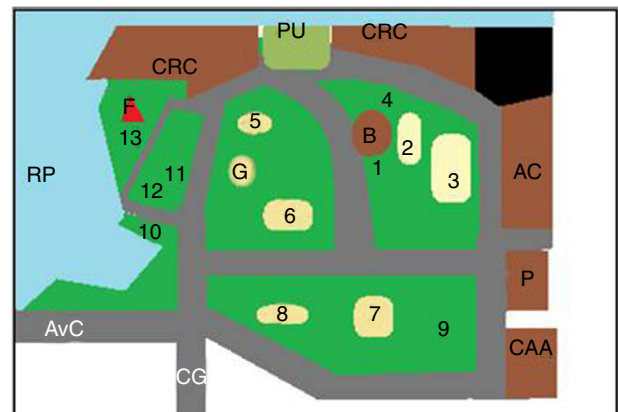


Figura 2. Esquema del parque Mitre. AC: planta de potabilización de «Aguas de Corrientes»; AvC: Avenida Costanera; B: Biblioteca infantil; CRC: Club Atlético Alear; CRC: Club de Regatas Corrientes; F: faro; P: cuartel de policía; RP: río Paraná; 1 a 13: sitios de muestreo; 2, 3, 5, 6, 7 y 8: arenosos.

Tabla 1
Géneros y especies de hongos aislados mediante la técnica del anzuelo queratínico

Taxa fúngicos	Otoño	Primavera	Total	Frecuencia (%)
<i>Aphanoascus fulvescens</i>	1		1	0,59
<i>Aphanoascus terreus</i>	2		2	1,18
<i>Arthroderma gypseum</i> y su anamorfo	7	1	8	4,70
<i>Aspergillus</i> sección <i>Nigri</i>	1		1	0,59
<i>Chrysosporium indicum</i>	20	18	38	22,48
<i>Chrysosporium keratinophilum</i>	21	16	37	21,89
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	1		1	0,59
<i>Cladosporium herbarum</i>	1		1	0,59
<i>Cunninghamella bertholletiae</i>	5	1	6	3,55
<i>Curvularia australiensis</i>	2		2	1,18
<i>Curvularia lunata</i>	2		2	1,18
<i>Fusarium oxysporum</i>	3	15	18	10,65
<i>Malbranchea</i> spp.	2		2	1,18
<i>Microsporium canis</i>	1		1	0,59
<i>Myceliophthora vellerea</i>	2		2	1,18
<i>Mucor ramosissimus</i>	1		1	0,59
<i>Purpureocillium lilacinum</i>	20	12	32	18,93
<i>Talaromyces purpurogenus</i>	2		2	1,18
<i>Sporidesmium socium</i>	1		1	0,59
<i>Trichoderma viride</i>	1		1	0,59
<i>Verticillium</i> spp.	3		3	1,64
Total	99	71	170	100

Aislamiento fúngico

Para el potencial aislamiento de hongos queratinofílicos se utilizaron la técnica del anzuelo queratínico³⁶ y la técnica de las diluciones seriadas³¹.

En ambos casos, los hongos que no pudieron ser clasificados por observación macro y microscópica desde la placa original fueron transferidos a medios específicos para su identificación. En ambas técnicas, cada especie se contabilizó una sola vez en cada muestra, no importando si se repetía en la misma placa o en el duplicado³⁶. La frecuencia de cada género se calculó a partir de la presencia de este en el total de las muestras. La diversidad se calculó con el índice de Shannon, cuyo rango de valores va de 1 a 5⁴¹.

Identificación de los hongos

Para la identificación de los hongos se utilizaron diversas obras^{7,12,14,16–18,22,39,44,48}.

Resultados

En total fueron recogidas 44 muestras de tierra, de las cuales 26 (13 de primavera y 13 de otoño) eran del parque Mitre y 18 (9 de primavera y 9 de otoño) del parque Camba Cuá.

Técnica del anzuelo queratínico

En el 100% de las muestras se obtuvo crecimiento fúngico sobre los pelos. Se aislaron 170 cepas que se clasificaron en 17 géneros y 21 especies (tabla 1). En otoño se aislaron 20 especies y en primavera 10. Las especies que aparecieron únicamente en otoño fueron 12, y 2 especies lo hicieron solo en primavera (tabla 1).

Dentro del orden Onygenales, en ambos períodos, las especies más frecuentes fueron *Chrysosporium indicum* (22,48%) y *Chrysosporium keratinophilum* (21,89%). Entre los no Onygenales destacaron *Purpureocillium lilacinum* (18,93%), *Fusarium oxysporum* complex (10,65%) y el género *Verticillium* (6,5%).

La diversidad general, según el índice de Shannon, fue media (2,18), siendo en otoño (2,22) más alta que en primavera (1,64).

Técnica de las diluciones seriadas

De las 44 muestras recogidas se aislaron 278 cepas de hongos filamentosos; de ellas, 270 se clasificaron en 33 géneros y 71 especies; 2 eran cepas de Coelomycetes y 6 se clasificaron como micelios estériles (tabla 2). También se aislaron 21 cepas de levaduras que no se incluyeron en este artículo. La mayor parte de los géneros, 29 de 36 (80,55%), fueron mitosporicos, y solo 7 (19,45%) produjeron meiosporas. El 55,55% de los géneros (20/36) correspondían a hongos dematiáceos. En otoño se aislaron 60 especies; en primavera, 47. Las especies que solo aparecieron en otoño fueron 24, y 11 lo hicieron en primavera (tabla 2).

El índice de Shannon se estimó sobre el total de las cepas aisladas (278). La diversidad general según este índice fue de 3,9. En otoño (3,9) fue un poco más alta que en primavera (3,5) (tabla 2).

El género más frecuente fue *Aspergillus*, con la misma frecuencia en las dos estaciones, y las especies más representadas *Aspergillus* sección *Nigri* y *Aspergillus* sección *Terrei*.

Discusión

En este trabajo se eligió realizar el muestreo en las estaciones de otoño y primavera porque corresponden a los períodos más y menos lluviosos de la región, respectivamente. En otoño se obtuvo mayor diversidad que en primavera con las dos técnicas usadas. Este hecho concuerda con lo registrado en estudios de aire exterior de las ciudades de Corrientes y de Resistencia (Argentina)²⁰, lo que recuerda que las grandes diferencias metodológicas dificultan la comparación de resultados.

En el área estudiada se realizó previamente un trabajo similar al presente que arrojó datos muy diferentes a los que presentamos³⁰. Dicho trabajo fue anterior al funcionamiento de la represa hidroeléctrica Yaciretá, cuyo dique de contención está a 234 km de la ciudad de Corrientes. Esta represa produjo importantes consecuencias ecológicas, entre ellas el anegamiento de un bioma prácticamente único, con la conducción a la extinción de numerosos especies endémicas, y la alteración de los pulsos naturales del río Paraná. Asimismo, como todas las grandes represas, contribuye a aumentar el calentamiento global, ya que la descomposición de la materia vegetal que genera en los territorios inundados produce gases que incrementan el efecto invernadero⁶.

Tabla 2
Géneros y especies de hongos aislados mediante la técnica de las diluciones

Taxa fúngicos	Otoño	Primavera	Total	Frecuencias (%)
<i>Acrophialophora fusispora</i>		1	1	0,36
<i>Alternaria alternata</i> complex	1	1	2	0,72
<i>Alternaria alternariae</i>	1		1	0,36
<i>Alternaria atra</i>	1		1	0,36
<i>Aspergillus flavus</i>	3		3	1,08
<i>Aspergillus japonicus</i>	1	2	3	1,08
<i>Aspergillus niveus</i>		4	4	1,44
<i>Aspergillus ochraceus</i>	2		2	0,72
<i>Aspergillus parasiticus</i>		1	1	0,36
<i>Aspergillus penicilloides</i>	1	1	2	0,72
<i>Aspergillus</i> sección <i>Fumigati</i>	2	2	4	1,44
<i>Aspergillus</i> sección <i>Nigri</i>	8	9	17	6,13
<i>Aspergillus</i> sección <i>Terrei</i>	4	11	15	5,41
<i>Aspergillus sydowii</i>	5		5	1,80
<i>Aspergillus versicolor</i>	4	2	6	2,16
<i>Chaetomium bostrychodes</i>	2	2	4	1,44
<i>Chaetomium cupreum</i>	1	1	2	0,72
<i>Chaetomium cymbiforme</i>	1		1	0,36
<i>Chaetomium globosum</i>	3	1	4	1,44
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	7	5	12	4,33
<i>Cladosporium oxysporum</i>	1		1	0,36
<i>Clonostachys rosea</i>	1		1	0,36
<i>Corynascus</i> sp.	1		1	0,36
<i>Curvularia aerea</i>	3		3	1,08
<i>Curvularia australiensis</i>	2	1	3	1,08
<i>Curvularia clavata</i>	8	2	10	3,61
<i>Curvularia lunata</i>	7	2	9	3,24
<i>Curvularia pallescens</i>	2	1	3	1,08
<i>Dictyoarthrinium sacchari</i>	5		5	1,80
<i>Eupenicillium javanicum</i> y su anamorfo	1		1	0,36
<i>Exophiala brunnea</i>		1	1	0,36
<i>Fusarium chlamydosporum</i>	2	1	3	1,08
<i>Fusarium oxysporum</i> complex	1	1	2	0,72
<i>Fusarium solani</i>	1	7	8	2,88
<i>Graphium eumorphum</i>	1		1	0,36
<i>Melanospora</i> var. <i>microsporus</i>	5		5	1,80
<i>Monodictys glauca</i>	1		1	0,36
<i>Mortierella</i> spp.	1		1	0,36
<i>Mucor circinelloides</i>		1	1	0,36
<i>Mucor racemosus</i> complex	2	2	4	1,44
<i>Mucor ramosissimus</i>	1		1	0,36
<i>Myrothecium roridum</i>	2	2	4	1,44
<i>Neoscytalidium hyalinum</i>	6	3	9	3,25
<i>Penicillium aspergilloides</i>		1	1	0,36
<i>Penicillium glabrum</i>	5	3	8	2,88
<i>Penicillium pinophilum</i>	5	7	12	4,33
<i>Penicillium olsonii</i>	1		1	0,36
<i>Penicillium oxalicum</i>	2	1	3	1,08
<i>Penicillium sclerotiorum</i>	1		1	0,36
<i>Penicillium spinulosum</i>		2	2	0,72
<i>Penicillium</i> subgénero <i>Biverticillium</i>	2	1	3	1,08
<i>Penicillium variabile</i>	3	1	4	1,44
<i>Penicillium verrucosum</i>		1	1	0,36
<i>Phaeoconiella</i> sp.		1	1	0,36
<i>Pithomyces terricola</i>	2	1	3	1,08
<i>Phoma herbarum</i>	7	5	12	4,33
<i>Purpureocillium lilacinum</i>		1	1	0,36
<i>Rhinoctadiella spinifera</i>	1	2	3	1,08
<i>Rhizopus microsporus</i>	2		2	0,72
<i>Rhizopus stolonifer</i>	1	1	2	0,72
<i>Sarocladium strictum</i>	2	3	5	1,81
<i>Scedosporium apiospermum</i>	1		1	0,36
<i>Talaromyces flavus</i>	6	6	12	4,33
<i>Thielavia hyalocarpa</i>	1		1	0,36
<i>Thielavia terricola</i>	1	1	2	0,72
<i>Trichoderma harzianum</i>	2		2	0,72
<i>Trichoderma saturnisporum</i>	1	1	2	0,72
<i>Trichoderma</i> sección <i>Longibrachiatum</i>	2		2	0,72
<i>Trichoderma viride</i>	5	1	6	2,16
<i>Veronaea carlinae</i>		5	5	1,80
<i>Zopfella</i> spp.	2	1	3	1,08
Coelomycetes	2		2	0,72
Micelio estéril	3	3	6	2,16
Total	161	117	278	100

Técnica del anzuelo

Los hongos queratinofílico/líticos se asocian con las actividades humanas o la presencia de animales, es decir, se hallan en áreas en las cuales hay un aporte constante de queratina⁴⁵. Esta condición se cumple ampliamente en los parques estudiados y podría ser la razón por la que la frecuencia de hongos queratinofílico/líticos es mayor que la hallada en estudios de la provincia de Chaco^{23,30–32}.

De las especies halladas, 13 se definen como queratinolíticas: *C. indicum*, *C. keratinophilum*, *M. canis*, *Microsporium gypseum* complex, *Arthroderma gypsea*, *Myceliophthora vellerea*, *Aphanoascus fulvescens*, *Aspergillus sección Terrei*, *Curvularia lunata*, *F. oxysporum*, *P. lilacinum*, *Cladosporium cladosporioides* y *Talaromyces purpurogenus*^{1,2,18,19,45}.

La preponderancia de las especies de *Chrysosporium* es similar a la hallada en otros estudios de este tipo, ya que estas especies son cosmopolitas y se adaptan muy bien al clima caluroso^{3,15}. En el presente se acepta su posible potencial patógeno^{3,44}. *Chrysosporium* fue el género más frecuente en este estudio, y las dos especies fueron aisladas de los areneros.

M. canis es un dermatofito zoófilo que excepcionalmente ha sido aislado en suelos. Parece que su aislamiento solo está documentado en el suelo de un parque de Milán y en el jardín de un hospital en Roma⁴⁴. Las tiñas producidas por esta especie son de carácter zoonótico y tienen distribución mundial. En nuestro caso, posiblemente las condiciones ambientales y la riqueza en queratina del suelo de los parques hayan favorecido la permanencia de los propágulos de este hongo.

M. gypseum complex tiene su hábitat natural en el suelo y es este estudio es bajo respecto al conocido para otras ciudades argentinas^{30,32}, pero se aisló de los areneros, que constituirían una fuente de infección para los niños susceptibles.

P. lilacinum fue una de las especies más aisladas en este estudio. Esta especie es fuertemente proteolítica y es responsable de micosis superficiales y sistémicas en pacientes inmunocomprometidos^{8,11}.

C. lunata es un conocido patógeno de plantas. Actualmente también es destacado como agente de infecciones cutáneas, de córnea, del aparato respiratorio y del sistema nervioso en personas inmunocompetentes^{8,9,34}.

Técnica de las diluciones

Al igual que en otros estudios realizados en la zona, la cantidad de hongos filamentosos encontrada en nuestro trabajo fue mayor en otoño que en primavera^{30–32}.

Más de la mitad de los géneros aislados fueron hongos dematiáceos. La presencia de melanina, que caracteriza a estos hongos, les confiere mayor resistencia a las radiaciones ultravioletas, lo que les permite subsistir donde la radiación solar es alta, como en el área estudiada⁴⁰.

El orden Eurotiales y sus anamorfos se encuentran entre los hongos de mayor dispersión, siendo la familia Trichocomaceae la más frecuente en muchos ambientes²⁸. En este trabajo esta se presentó con mayor diversidad, principalmente con los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. Los integrantes del género *Aspergillus* son de gran interés por su capacidad fermentadora y por su impacto negativo sobre la contaminación de productos agrícolas, así como por su patogenicidad y toxicidad en mamíferos^{5,27}. Las especies del género *Penicillium* son habitualmente aisladas como contaminantes en todo tipo de sustratos. Su papel es más relevante como agentes productores de micotoxinas que como patógenos humanos⁸.

El orden Sordariales estuvo fundamentalmente representado en nuestro estudio por la familia Chaetomiaceae y el género

Chaetomium, usualmente asociado a sustratos que contienen celulosa, como papel, tejidos, semillas, plumas y madera³⁸. Sin embargo, hay referencias de su oportunismo tanto en pacientes inmunocomprometidos, en los que provocan trastornos sistémicos, como en personas sanas, en los que aparecen lesiones de piel y uñas^{4,14}.

Del orden Hypocreales, el género *Fusarium* es conocido por su capacidad oportunista de producir afecciones en el ser humano y los animales (principalmente *F. solani* y *F. oxysporum*). Actualmente es considerado un patógeno emergente de bajos y muy variables perfiles de sensibilidad a los antifúngicos que caracterizan a sus diferentes especies³⁵. Por otro lado, se lo reconoce como un importante productor de micotoxinas sobre productos alimenticios de diverso origen³⁷.

Conclusión

Estos resultados mostraron que los suelos de la ciudad de Corrientes presentan condiciones edáficas y climáticas favorables para la supervivencia de geohongos patógenos para el hombre y los animales. El hallazgo de *M. canis* en suelo demostró, una vez más, el movimiento de los Onygenales en sus hábitats originales y que siguen conservando intactas las capacidades de sobrevivir y degradar la queratina.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Lilliana Alegre, la Asistencia del Nordeste el apoyo económico, y a la Sra. Lilliana Alegre, la asistencia en la preparación de materiales.

Bibliografía

1. Abu Shaqra Q, Al-Jamaïen H, Al Zoubi M. Isolation of soil dermatophytes from three distinct geographical locations in Jordan. *Fungal Ecol*. 2012;5:274–6.
2. Ali-Shtayed MS, Jamous MF. Keratinophilic fungi and related dermatophytes in polluted soil and water habitats. En: Kushwaha RKS, Guarro J, editors. *Biology of dermatophytes and other keratinophilic fungi*. Bilbao: Revista Iberoamericana de Micología; 2000. p. 50–1.
3. Al-Sane NA, Al-Musallam AA, Onifade AA. The isolation of keratin degrading microorganisms from Kuwait soil: Production and characterization of their keratinases. *Kuwait J Sci Eng*. 2002;29:125–38.
4. Aspíroz C, Gené J, Rezusta A, Charlez L, Summerbell RC. First Spanish case of onychomycosis caused by *Chaetomium globosum*. *Med Mycol*. 2007;5:279–82.
5. Balajee SA, Kano R, Baddley JW. Molecular identification of *Aspergillus* species collected for the Transplant-Associated Infection Surveillance Network. *J Clin Microbiol*. 2009;47:3138–41.
6. Bertoni X. La represa Yacyretá: beneficio de pocos, perjuicio de muchos. 2011 [consultado 20 Feb 2015]. Disponible en: <http://www.nci.tv/index.php/menuportalvoz/submenu-experiencias-ia/352-la-represa-yacyreta>
7. Cano CJ, Guarro J. The genus *Aphanoascus*. *Mycol Res*. 1990;94:355–437.
8. Carrillo Muñoz AJ, Santos P, Giusiano G, Ezkurra P, Quindós P. Problemas micológicos en la piel II. Micosis por hongos filamentosos oportunistas. Importancia clínica de las infecciones. *Bol Soc Esp Quim Cosmet*. 2006;291:3–17.
9. Carter E, Boudreaux C. Fatal cerebral phaeohyphomycosis due to *Curvularia lunata* in an immunocompetent patient. *J Clin Microbiol*. 2004;42:5419–23.
10. Ciudad de Corrientes [en línea]. Wikipedia, la enciclopedia libre, 2015 [consultado 23 Feb 2015]. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Ciudad_de_Corrientes
11. Clark NM. Paecilomyces lilacinum infections in a heart transplant recipient and successful treatment with terbinafine. *Clin Infect Dis*. 1999;28:1169–70.
12. Currah RS. Taxonomy of the Onygenales: Arthrodermataceae, Gymnoascaceae, Myxotrichaceae. *Mycotaxon*. 1985;24:1–216.
13. Da Silva Pontes ZB, Oliveira AC. Dermatophytes from urban soils in João Pessoa, Paraíba, Brazil. *Rev Argent Microbiol*. 2008;40:161–3.
14. De Hoog GS, Guarro J, Gené J, Figueras MJ. *Atlas of clinical fungi*, 2nd. ed., 2000. Centraalbureau voor Schimmelfcultures, Utrecht, The Netherlands / University Rovira i Virgili, Reus, Spain.
15. Deshmukh SK, Agrawal SC, Jain PC. Isolation of dermatophytes and other keratinophilic fungi from soils of Mysore (India). *Mycosens*. 2000;43:55–7.
16. Domsch KH, Gams W, Anderson T, editors. *Compendium of soil fungi*. London: Academic Press; 1980.

17. Ellis MB, editor. Dematiaceous hyphomycetes. Kew, UK: Commonwealth Mycological Institute; 1971.
18. Ellis MB, editor. More dematiaceous hyphomycetes. Kew, UK: Commonwealth Mycological Institute; 1976.
19. English MP. The saprophytic growth of non-keratinophilic fungi on keratinized substrata, and a comparison with keratinophilic fungi. *Trans Br Mycol Soc.* 1965;48:219-35.
20. Esquivel P, Mangiaterra M, Giusiano G, Sosa MA. Microhongos anemófilos en dos ciudades del nordeste argentino. *Bol Micol.* 2003;18:21-8.
21. Filipello Marchisio V. Keratinolytic and keratinophilic fungi of children sandpits in the city of Turin. *Mycopathologia.* 1986;94:163-72.
22. Gams W. *Cephalosporium*-artige Schimmelpilze (Hyphomycetes). Stuttgart: G. Fisher; 1971.
23. Giusiano G, Piontelli E, Mangiaterra M, Sosa MA. Distribución altitudinal de hongos queratinófilos, epífitos y endófitos en suelos semiáridos del noroeste argentino (Prov. de Jujuy, 23° L. S. y 66° L. W.). *Bol Micol.* 2002;17:51-62.
24. Guarro J, Punsola L, Calvo MA. Keratinophilic fungi from soil of Tarragona, Catalunya. *Mycopathologia.* 1981;76:69-71.
25. Gugnani HC. Nondermatophytic filamentous keratinophilic fungi and their role in human infection. En: Kushwaha RKS, Guarro J, editors. *Biology of dermatophytes and other keratinophilic fungi.* Bilbao: Revista Iberoamericana de Micología; 2000. p. 109-15.
26. Hawksworth DL, Ritchie JM. Biosystematic and biodiversity. En: Hawksworth DL, Ritchie JM, editors. *Biodiversity and biosystematic priorities: Microorganisms and invertebrates.* Wallingford, UK: CAB International; 1993. p. 13-25.
27. Klich M. Health effects of *Aspergillus* in food and air. *Toxicol Ind Health.* 2010;25:657-67.
28. Klich MA. Biogeography of *Aspergillus* species in soil and litter. *Mycol.* 2002;94:21-7.
29. Kunert J. Physiology of the keratinophilic fungi. En: Kushwaha RKS, Guarro J, editors. *Biology of dermatophytes and other keratinophilic fungi.* Bilbao: Revista Iberoamericana de Micología; 2000. p. 77-85.
30. Mangiaterra M, Alonso JM. Keratinophilic fungi in soils of Corrientes city in Argentina. *Bol Micol.* 1989;4:129-33.
31. Mangiaterra M, Giusiano G, González I. Hongos geofílicos en la zona occidental de la región chaqueña (Argentina). *Bol Micol.* 2007;22:21-9.
32. Mangiaterra M, Piontelli E, Giusiano G, Grixolli M, Alonso J. Geohongos queratinófilos de los departamentos de San Fernando y Gral. San Martín, Chaco-Argentina. *Bol Micol.* 1998;13:77-84.
33. Mitola G, Escalona F, Ledesma A. Queratinolisis causada por hongos no dermatofitos aislados de una tenería y un matadero en Maracaibo-Venezuela: revisión de la expresión morfológica. *Kasmera.* 2001;29:1-15.
34. Negroni P. *Curvularia lunata* agente oportunista de onicomiosis de hallux. *Rev Argent Micol.* 1984;7:2-4.
35. Niwano Y. Antifungal drugs in fungal infections. En: Arora DK, editor. *Handbook of fungal biotechnology.* 2nd ed. New York: CRC Press; 2003. p. 453-68.
36. Orr GF. Keratinophilic fungi isolated from soil by hair bait technique. *Sabouraudia.* 1969;7:129-34.
37. Picco AM, Piontelli E. Muffe contaminanti di alimenti e derrate alimentari. En: Randelli EG, Fabbri M, Marone P, editors. *Trattato sulle infezioni e tossinfezioni alimentari.* Pavia: Selecta Medica; 2005. p. 843-97.
38. Piontelli LE. Filogenia de Eucariontes con énfasis en hongos: Phylum Zygomycota. En: Piontelli E, editor. *Morfotaxonomía y filogenia fúngica: énfasis en Zigo-Ascomycota.* Valparaíso, Chile: Universidad de Valparaíso; 2007. p. 31-65.
39. Piontelli E. *Manual de microhongos filamentosos comunes I.* Alba Producciones. Chile: Valparaíso; 2013.
40. Piontelli E, Toro MA, Giusiano G, Vivar V. Distribución altitudinal de hongos queratinófilos, epífitos y endófitos en suelos desérticos del norte chileno (II Región, 23° L. S. y 68° L. W.). *Bol Micol.* 2002;17:33-49.
41. Shannon CE. Communication theory of secrecy systems. *Bell System Tech J.* 1949;28:656-715.
42. Simpaya MF. Dermatopytes: Their taxonomy, ecology and pathogenicity. En: Kushwaha RKS, Guarro J, editors. *Biology of dermatophytes and other keratinophilic fungi.* Bilbao: Revista Iberoamericana de Micología; 2000. p. 1-12.
43. Solari N, Guglielminetti M, Caretta G. Seasonal behavior of keratinophilic fungi isolated from parks soil in Milan. *Bol Micol.* 2005;20:9-13.
44. Solé M, Cano J, Pitarch LB, Stchigel AM, Guarro J. Molecular phylogeny of *Gymnoascus* and related genera. *Stud Mycol.* 2002;20:46-9.
45. Solé Ollé M. Caracterización morfológica y molecular de hongos queratinolíticos: el orden Onygenales [Tesis doctoral]. Universitat Rovira i Virgili; 2005 [consultado 1 Oct 2014]. Disponible en: www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8712/tesisxt.PDF
46. Toro MA, Piontelli E, Fernández B, Siegel A, Solari A. Proteasas (queratinasas) extracelulares en cepas fúngicas queratinófilas aisladas en suelos chilenos. Estudio preliminar. *Bol Micol.* 1998;4:47-60.
47. Ulfig K. The occurrence of keratinolytic fungi in waste and waste-contaminated habitats. En: Kushwaha RKS, Guarro J, editors. *Biology of dermatophytes and other keratinophilic fungi.* Bilbao: Revista Iberoamericana de Micología; 2000. p. 44-50.
48. Van Oorschot CAN. A revision of *Chrysosporium* and allied genera. *Stud Mycol.* 1980;20:1-89.