

# HONGOS DESARROLLADOS SOBRE PIEL DE CADÁVERES DE CERDOS, EN ECOSISTEMAS BOSCOSOS Y PRADERA DE LA IX REGIÓN, CENTRO-SUR DE CHILE

Development of fungi on pig carcasses in forest and prairie ecosystems in the ix region, south-central Chile

Oriana Betancourt-Gallegos<sup>1\*</sup>, Ximena Cofre-González<sup>1</sup>, Mario, Romero-Mieres<sup>1</sup>, Eduardo Álvarez-Duarte<sup>2</sup>, Christian Lizama-López<sup>3</sup> y Alexander Rainer Ortloff-Trautmann<sup>1</sup>.

<sup>1\*</sup> Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco.

Casilla 15-D, Teléfono 045-553912; FAX 045-205570, Temuco-Chile. [obetanco@uct.cl](mailto:obetanco@uct.cl)

<sup>2</sup>Programa Microbiología y Micología, Instituto Ciencias Biomédicas, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Avenida Independencia Santiago-Chile. [ealvarezd@med.uchile.cl](mailto:ealvarezd@med.uchile.cl) <sup>3</sup>Prefectura Provincial Cautín, Policía de Investigaciones de Chile. Bilbao 1025. Temuco-Chile.

## RESUMEN

En Chile no existe información de base sobre relaciones que se establecen entre descomposición de cadáveres, especies fúngicas, y entre éstos con el medio ambiente. Con el propósito de evaluar los hongos presentes en piel en descomposición bajo condiciones de cuatro ecosistemas boscosos y una pradera antropizada característicos del centro-sur de Chile, fueron depositados seis cadáveres de cerdos (*Sus scrofa* L.) en cada uno de ellos, en Otoño. Se realizaron muestreos de piel y se registraron el estado de descomposición y las condiciones edafoclimáticas. Las condiciones ambientales de los sitios afectaron la velocidad de descomposición y la variedad de especies fúngicas aisladas, entre Mucorales (estado Inicial) y levaduras (estados Inicial (1 d), Enfisematoso (12-25 d) y Descomposición activa (26-42 d)). Las especies identificadas han sido descritas en la literatura asociadas a suelos y sustratos queratínicos en cadáveres animales y humanos. Estos resultados sugieren que bajo condiciones de ecosistemas del centro-sur de Chile en otoño, el proceso de descomposición de la piel de cerdos es desarrollado al inicio por poblaciones de hongos Mucorales, y que en estados Enfisematoso y Descomposición activa se suman mayormente las levaduras.

**Palabras clave:** Micología forense; hongos descomponedores; descomposición en cerdos; *Mucor* spp.; *Candida* spp.

## ABSTRACT

In Chile there is no basic information on the relations established between cadaver decomposition and fungal species, and between these and the environment. In order to assess the fungi present in decomposing skin in four forest ecosystems and one antropized prairie all ecosystems characteristic of south-central Chile, six pig carcasses (*Sus scrofa* L.) were deposited in each site on Autumn. Skin samples were taken and a record made of the decomposition stage and the soil and climatic conditions. The environmental conditions of the sites affected the speed of decomposition and the variety of fungus species isolated, including Mucorales (Initial stage) and yeasts (Initial stage (1 d), Emphysematous stage (12-25 d) and Active Decomposition stage (26-42 d)). The species identified have been described in the literature associated with soils and keratinous substrates in animal and human cadavers. The results suggest that under the ecosystem conditions existing in south-central Chile on Autumn, the decomposition of pigs' skin is developed initially by populations of Mucorales, to which are added yeasts in the Emphysematous and Active Decomposition stages.

**Key words:** Forensic mycology; decomposing fungi; decomposition stages in pigs; *Mucor* spp.; *Candida* spp.

## INTRODUCCIÓN

No existe en Chile información de base sobre relaciones que se establecen entre descomposición de cadáveres, especies fúngicas, y entre éstos con el medio ambiente [18, 24], información que sería de utilidad en estudios forenses locales. La epidermis córnea y sus anexos, presentes en los cadáveres de animales, son susceptibles a la descomposición por hongos debido a su composición química rica en queratina. Las queratinas son un grupo de proteína altamente especializadas producidas por las células epiteliales de los vertebrados, y se caracterizan por su alta concentración de cisteína. La tasa de descomposición depende del tipo de sustrato y de su concentración de cisteína. De este modo el pelo de los humanos, gatos (*Felix catus domesticus*), perros (*Canis lupus familiaris*) y caballos (*Equus caballus*), se degrada más lentamente que la de roedores y lana de oveja (*Ovis aries*) o sus cueros; siendo mucho más baja la resistencia de las uñas [7, 20]. La temporalidad y secuencia (sucesiones) de las especies de hongos colonizadores de piel y sus anexos, que son descomponedores de queratina, estaría en relación directa con los nutrientes que se van liberando a partir de esa descomposición, y con la humedad y temperatura (tanto ambientales como propias del cadáver y del suelo) en que estas sucesiones se desarrollan [7]. Si los patrones de distribución de esos hongos son geográficamente distintivos y relacionados con el hábitat, esta información contribuiría a detectar desconexiones entre temporalidad y etapa de descomposición (intervalo *post-mortem* mínimo,  $IPM_{\min}$ ) cuando los hongos aislados no corresponden a los esperados, como análogamente ocurre con la entomología forense [22].

Por lo anterior, se requiere diseñar experimentos que permitan investigar los hongos asociados al proceso de descomposición de cadáveres que se presentan en ecosistemas característicos de la zona centro-sur de Chile, junto al registro de parámetros ambientales y geográficos. El objetivo del presente trabajo fue determinar géneros y especies de hongos desarrollados en las distintas etapas de descomposición de piel en cadáveres de cerdo (*Sus scrofa* L.) bajo los diferentes parámetros ambientales y cobertura vegetal que se presentan en ecosistemas característicos del centro-sur de Chile, con el propósito de relacionarlos con temporalidad y etapa de descomposición.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se instaló en Otoño (abril 2013), en cuatro sitios con ecosistemas boscosos y una pradera antropizada características del centro-sur de Chile, dentro de un área de 400 m<sup>2</sup> protegida por cerco para evitar el ingreso de vertebrados carroñeros y personas ajenas al estudio. En cada sitio se dispusieron sobre el suelo seis cadáveres de cerdo (sacrificados según los procedimientos de los mataderos, supervisado por un médico veterinario) de 20 kg, en una superficie de 1 m<sup>2</sup> cada

uno, y protegidos por una jaula metálica (80 x 50 x 40 cm). Diariamente se registraron: i) temperatura máxima y mínima, ii) humedad ambiental, y iii) estado de descomposición de los cadáveres (según escala modificada de Michaud y Moreau [19]).

La toma de muestras se realizó hasta el día (d) 85, desde la piel de tres cadáveres por sitio elegidos aleatoriamente cada vez, mediante alfombras estériles (4 x 4 cm), que fueron sembradas por impronta en Agar Sabouraud Dextrosa (SDA) y Agar Papa Dextrosa (PDA) (suplementados con cloranfenicol) siguiendo la metodología utilizada por Betancourt y col [6] e incubados en estufa refrigerada (Low temperatura Incubator VWR Scientific Products, Model 2005 Sheldon MFG, INC. EUA) a 25°C. Para el proceso de identificación, se analizaron diariamente las características macroscópicas (tipo y color de la colonia y del pigmento reverso y anverso en SDA y PDA) y microscópicas (Microscopio Olympus Optical Co. Ltd., Model CH 30 RF200. Japón.) de los cultivos puros. La observación microscópica de los hongos mucorales se basó en la forma y ramificación de los esporangióforos, forma y tamaño del esporangio, presencia, forma e inserción de las clamidosporas, forma y tamaño de las esporangiosporas, forma de las columelas y desarrollo a 30°; 34° y 37° C. Para las levaduras se verificó la forma de las células, origen de las yemas, presencia y forma de taloconidias, y pruebas de tamizado de cepas, tales como Test de la Ureasa, Test CHROM Agar, Test del microcultivo, Auxonograma (glucosa, galactosa, maltosa, sacarosa, lactosa, rafinosa, trehalosa, melibiosa, galactitol, inositol, celobiosa, manitol, arabinosa, xilosa, sorbitol; VALTEX S.A.) y API ID 32C (BioMerieux). Para la identificación se utilizaron las claves de Barnett y col. [5], Domsch y col. [13], y De Hoog y col. [12].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La oscilación de las temperaturas y humedad ambientales de cada sitio se presentan en la TABLA I. En la pradera (S-1) se mantuvo la superioridad de la temperatura ambiental (en 2°C promedio) con humedad más baja (en 5% promedio) respecto de los otros sitios. Esta diferencia térmica entre sitios se relacionó además con la velocidad de descomposición; el S-5 no había cobertura boscosa lo que habría facilitado el rápido avance hacia la Descomposición Tardía a fines de junio, a diferencia de los otros sitios (en que se observaron desde estado Enfisematoso a Descomposición Activa). Bajo estas condiciones ambientales, a los 85 d de deposición de las carcasas se observó esqueletización de la cabeza en todos los sitios. En la TABLA II se presentan los hongos Mucorales y levaduriformes identificados desde la piel de cerdos en estados de descomposición Enfisematoso a Descomposición Tardía (entre 12 a 85 d de deposición). Entre las cepas aisladas se identificaron cinco especies de *Mucor* y ocho especies de levaduras (TABLA I). Los aislamientos de Mucorales se obtuvieron sólo hasta el d 12 (estado Enfisematoso).

**TABLA I**  
**PORCENTAJES DE HUMEDAD (MÁXIMA (MÍNIMA)) Y TEMPERATURAS AMBIENTALES (MÁXIMA/MÍNIMA) PROMEDIO MENSUAL (OTOÑO), PRESENTES EN ECOSISTEMAS (SITIOS) DE DEPOSICIÓN DE CARCASAS DE CERDOS, DEL CENTRO-SUR DE CHILE**

INTERVALO POST-MORTEM (d)	ECOSISTEMAS (SITIOS) DE DEPOSICIÓN DE CARCASAS									
	S-1		S-2		S-3		S-4		S-5	
	% Humedad max (min)	Temperatura (°C) Promedio max./min.	% Humedad max.(min)	Temperatura (°C) Promedio max./min.	% Humedad max.(min)	Temperatura (°C) Promedio max./min.	% Humedad max. (min)	Temperatura (°C) Promedio max./min.	% Humedad max. (min)	Temperatura (°C) Promedio max./min.
1	61,0 ( 8,3)	14,9/10,1	64,2 ( 8,5)	15,7/9,5	63,6 ( 5,4)	16,1/10,5	58,5 ( 8,0)	16,0/ 9,6	50,7 (12,5)	18,1/10,1
28	68,9 (13,2)	10,6/ 7,2	71,5 (10,0)	11,3/7,9	65,7 (13,2)	10,8/ 7,2	76,2 ( 9,2)	12,4/ 7,6	55,2 (18,7)	14,1/ 6,9
55	73,9 (13,1)	8,6/ 4,6	8,4 (14,0)	8,4/5,3	83,7 (5,3)	8,6/ 5,0	72,1 (12,3)	9,8/ 5,2	85,6 (14,6)	12,3/ 2,4
85	71,0 (13,4)	8,8/ 4,3	81,9 (10,9)	8,7/3,8	72,7 (12,9)	9,2/ 5,7	76,7 (15,1)	9,2/ 4,1	61,1 (1,4)	N/R

S-1 Bosque nativo siempreverde (Latitud 38°38'40,94"S; 526 msnm); S-2 Bosque nativo caducifolio (Latitud 38°38'40,94"S; 583 msnm); S-3 Plantación de eucaliptos *Eucalyptus globulus* Mirb. (Latitud 38°38'40,94"S; 464 msnm); S-4 Plantación de pinos *Pinus radiata* D. Don (Latitud 38°39'7,8"S; 237 msnm); S-5 Pradera antropizada (Latitud 38°42'1,23"S; 148 msnm). N/R No registrada. (d) días. Max. Máxima. Min. Mínima.

**TABLA II**  
**HONGOS AISLADOS DESDE PIEL DE CADÁVERES DE CERDOS EN DESCOMPOSICIÓN (1-85 DÍAS INTERVALO POST-MORTEM), BAJO CONDICIONES AMBIENTALES DE OTOÑO EN ECOSISTEMAS CARACTERÍSTICOS DEL CENTRO-SUR DE CHILE**

SITIOS	ESTADOS DE DESCOMPOSICIÓN POR INTERVALO POST-MORTEM (DÍAS)							
	INICIAL	ENFISEMATOSO	DESCOMPOSICIÓN ACTIVA			DESC. ACT./ESQUEL. DE LA CABEZA		
	1 d	12 d	21 d	26 d	28 d	43 d	85 d	
S1		<i>M. hiemalis</i>		<i>Candida</i> spp.		S/M		
		<i>M. circinelloides</i>		<i>C. sake</i>				
		<i>M. plumbeus</i>		<i>C. boidinii</i>				
		<i>Candida lipolytica</i>		<i>Candida famata</i>				
		<i>Candida sake</i>		<i>T. asahii</i>				
		<i>Candida boidinii</i>		<i>Geotrichum</i> spp.				
S2		<i>M. hiemalis</i>		<i>Candida</i> spp.		S/M		
		<i>M. circinelloides</i>		<i>C. lipolytica</i>				
		<i>Mucor racemosus</i>		<i>C. sake</i>				
		<i>Mucor sinensis</i>		<i>C. boidinii</i>				
		<i>C. lipolytica</i>						
		<i>C. sake</i>						
S3		<i>Rhodotorula aurantiaca</i>						
		<i>Geotrichum</i> spp.						
	<i>Mucor hiemalis</i>	<i>M. hiemalis</i>		<i>Candida</i> spp.		<i>Candida</i> spp.	<i>Candida</i> spp.	
	<i>M. circinelloides</i>	<i>M. circinelloides</i>		<i>C. lipolytica</i>		<i>Trichosporon</i> spp.		
		<i>M. racemosus</i>		<i>C. boidinii</i>				
		<i>Rhodotorula mucilaginoso</i>		<i>Geotrichum</i> spp.				
S4		<i>Geotrichum</i> spp.		<i>Trichosporon</i> spp.				
				<i>Cryptococcus laurentii</i>				
	<i>M. hiemalis</i>	<i>M. hiemalis</i>			<i>Candida</i> spp.	<i>Candida</i> spp.	S/M	
		<i>M. circinelloides</i>			<i>C. curvatus</i>	<i>Trichosporon</i> spp.		
		<i>M. racemosus</i>				<i>Geotrichum</i> spp.		
		<i>C. lipolytica</i>						
S5		<i>C. sake</i>						
		<i>C. boidinii</i>						
	<i>M. hiemalis</i>		<i>M. racemosus</i>		S/M			
	<i>Mucor circinelloides</i>		<i>Candida</i> spp.					
	<i>Mucor plumbeus</i>		<i>C. lipolytica</i>					
			<i>C. sake</i>					
			<i>C. boidinii</i>					
			<i>Rhodotorula</i> spp.					
			<i>R. mucilaginoso</i>					
			<i>Rhodotorula glutinis</i>					
			<i>Trichosporon</i> spp.					
		<i>Trichosporon asahii</i>						
		<i>Cryptococcus curvatus</i>						

S-1 Bosque nativo siempreverde (Latitud 38°38'40,94"S; 526 msnm); S-2 Bosque nativo caducifolio (Latitud 38°38'40,94"S; 583 msnm); S-3 Plantación de eucaliptos *Eucalyptus globulus* Mirb. (Latitud 38°38'40,94"S; 464 msnm); S-4 Plantación de pinos *Pinus radiata* D. Don (Latitud 38°39'7,8"S; 237 msnm); S-5 Pradera antropizada (Latitud 38°42'1,23"S; 148 msnm). S/M sin muestrear. Desc. Act.: Descomposición Activa. Esquel.: Esqueletización.

En el muestreo realizado a continuación de la deposición de las carcasas, se observó la presencia inicial de *M. hiemalis* y *M. circinelloides* (en S-3 y S-5), incluyendo a *M. plumbeus* en el S-5. En el S-4 sólo se aisló *M. hiemalis*. Las especies identificadas han sido descritas en la literatura asociadas a suelos y sustratos queratínicos en cadáveres animales y humanos [7, 24], heces de herbívoros [10] y sobre hojarasca de *Nothofagus pumilio* [26], lo cual podría señalar el origen de estas especies sobre la piel de los cadáveres, a partir de la cubierta vegetal de los ecosistemas en estudio.

A los 12 d de descomposición (estado Enfisematoso), en los cuatro ecosistemas boscosos se presentaron las especies *M. circinelloides* y *M. hiemalis*, incluyendo a *M. plumbeus* en el bosque nativo siempreverde (S-1), y *M. racemosus* en los otros tres (S-2, S-3 y S-4). *M. plumbeus* se ha presentado en sustratos ricos en nitrógeno como son las heces de herbívoros, a partir de los cuales este hongo libera amonio, capacidad que le permitiría desarrollarse sinérgicamente con levaduras [10, 17], como ocurrió en este caso. *M. hiemalis* y *M. circinelloides* fueron las especies más aisladas en los primeros 12 d de deposición de las carcasas, lo que confirmaría lo señalado en la literatura sobre las sucesiones iniciadas por hongos Mucorales, en la que Hawsworth y Wiltshire [16] señalan que estos hongos colonizan piel sólo hasta una semana después de la muerte. En este mismo periodo, se aislaron también diversas levaduras, algunas de las cuales coincidieron dependiendo de las condiciones del sitio de deposición (TABLA II).

A los 21 d en el S-5 (pradera natural con un promedio de 2-3 °C superior a los otros sitios, e inferior en 6-10 % de humedad relativa respecto de los mismos), se observaron *M. racemosus*, *Candida lipolytica* y *C. sake*, *C. boidinii*, *Rhodotorula* spp., *R. mucilaginoso*, *R. glutinis*, *Cryptococcus curvatus*, *Trichosporon* spp. y *T. asahii*. *Trichosporon* spp. se presentó también en el S-3 pero sólo hasta el d 26 (estado de Descomposición Activa), periodo en que la humedad relativa siempre fue superior a la del S-5, y la temperatura 4°C menor, aproximadamente. Al parecer, *Cryptococcus* y *Trichosporon* podrían requerir combinaciones de humedad y temperatura bajas con oscilaciones máxima/mínima reducidas, condiciones que también se observaron en el bosque nativo siempreverde (S-1), donde las temperaturas y humedad fueron muy parecidas a S-3. Este resultado resalta la necesidad de completar información sobre la biología de los hongos aislados, como son las dinámicas de crecimiento frente a distintas combinaciones de humedad y temperatura ambientales, tanto en medios de cultivo como sobre carcasas, y luego se podría relacionar esa información con la presentación de estos mismos hongos en el estudio de intervalos post-mortem mínimo (IPMmín) en casos forenses reales [18].

Las especies Mucorales aisladas aquí corresponderían a componentes de la microbiota descritos en suelo y en materia orgánica en descomposición [2], en pelo, piel y mucosas de cadáveres humanos [24], animales [7], y en cerdos vivos [8, 11]. El género *Mucor* se presenta típicamente en este sustrato,

sobre el que produce gran cantidad de proteasas extracelulares, especialmente *M. racemosus*, *M. hiemalis* y *M. circinelloides*, influidos por el pH en condiciones *in vitro* [3]. Los demás Mucorales sólo se presentan colonizando piel hasta una semana después de la muerte [16], como en caso de *M. hiemalis* que fue reportado en los primeros días de muerte sobre la piel de un cadáver humano, al que había colonizado cuando la temperatura del cuerpo ya había descendido a los 32°C [9]. Se ha visto que hay especies de *Mucor* que también son capaces de degradar queratina al utilizar componentes intercelulares fáciles de digerir [7].

Los géneros de levaduras aislados (*Candida* spp., *Rhodotorula* spp., *Geotrichum* spp., y *Trichosporum* spp.) han sido descritos en la literatura en asociación con sustratos queratínicos como patógenos o como colonizadores primarios y finales [24], lo que permitiría relacionarlos con estados tempranos de descomposición de cadáveres, en las condiciones ambientales de otoño que se presentaron bajo las distintas coberturas boscosas (combinaciones de humedad y temperaturas ambientales con poca variación máxima/mínima). *Rhodotorula* es una levadura saprofítica ambiental común, presente en aire, suelo, aguas, leche y jugo de frutas, incluyendo ambientes con condiciones desfavorables (temperaturas de altas latitudes y salinidades extremas, o aguas muy contaminadas) [27]. Ellas sintetizan diversos compuestos como micospirinas, ubiquinona Q10 y pigmentos carotenoides, relacionados todos con la resistencia a la luz UV [23], por lo que es probable que su presencia en la piel de los cadáveres depositados en la pradera, donde la exposición a la radiación solar fue mayor, se deba a esta capacidad. No se ha demostrado acción queratinolítica en este género, aunque su presencia se ha relacionado con ulceraciones en la piel de león de mar (*Otaria flavescens*) [1]. Por otro lado, especies de *Geotrichum* han mostrado actividad queratinolítica en test bioquímicos realizados; *G. candidum* fue uno de los componentes dominantes en comunidades de hongos queratinolíticos en ambientes forestales [21]. *Trichosporon* spp. también son levaduras ubicuas presentes generalmente en sustratos ambientales y maderas descompuestas, y pueden colonizar la piel y vías respiratorias de pacientes inmunodeprimidos [25]. A estas levaduras no se les ha descrito actividad queratinolítica, aunque algunas especies se asocian a la patología denominada "piedra blanca" en vello púbico [15].

Estos resultados señalan que bajo condiciones de otoño en ecosistemas del centro-sur de Chile, el proceso de descomposición de la piel de cerdos es desarrollado al inicio por poblaciones de hongos Mucorales y, que en los estados Enfisematoso y Descomposición activa, se suman mayormente las levaduras.

Es probable que la presencia de estas levaduras en las carcasas, se haya originado desde la piel de los cerdos y de su sistema digestivo, del suelo, del viento, de restos vegetales y de insectos o herbívoros, que toman contacto con el cadáver. Algunas poblaciones de levaduras pueden favorecer incluso la oviposición de especies Dípteras [14]. De este modo, en bosques del centro-sur de Chile, las levaduras actuarían como marcadores

de la temporalidad (estados Enfisematoso y de Descomposición Activa) en las condiciones ecológicas que condujeron a los estados de descomposición de la piel de las carcasas de cerdo, como son las temperaturas promedio de 11° C y humedad relativa del 70% (TABLA II). Los resultados obtenidos aquí desde cerdos, señalan que bajo ciertas condiciones ambientales y de exposición del cadáver, los estudios de sucesiones fúngicas pueden aportar información adicional en investigaciones de intervalos *post-mortem* con fines forenses [24], o incluso complementar a la entomología forense. Esto dependerá de la correcta identificación de los hongos, de los patrones de crecimiento de los mismos, de su rol funcional en el proceso de descomposición [18], de los métodos de almacenamiento del cuerpo, y de la disponibilidad de información completa sobre temperatura y humedad del sitio de deposición del cadáver [16]. Si bien puede que estos resultados no reflejen la diversidad fúngica real, tienen valor descriptivo en esta etapa del estudio. Se requiere afinar las metodologías de toma de muestra y de aislamiento e identificación de los hongos presentes, sobre todo para aislar aquellos de menor competitividad (frente a bacterias, hongos e insectos inclusive) [24]. Las metodologías moleculares actuales pueden aportar la solución a esta última necesidad [4].

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que en los estados de descomposición Inicial y Activa, los hongos que se desarrollaron en la piel estarían adaptados a los tipos de nutrientes liberados en cada etapa de descomposición, a los componentes de esos hábitats y las condiciones climáticas presentes, así como a las diferencias en la densidad de la cobertura vegetal y exposición a la luz solar, que los ecosistemas boscosos y praterense les ofrecían.

Esto confirmaría que la sucesión fúngica observada en piel de cadáveres puede aportar información en el estudio de intervalos *post-mortem* mínimo (IPM<sub>min</sub>) bajo las condiciones ecológicas propias de ecosistemas boscosos y pradera del centro-sur de Chile (alta humedad y bajas temperaturas ambientales). Aunque estos resultados sólo tienen valor descriptivo en esta etapa del estudio y no reflejen la diversidad fúngica real, este reporte sería el primero en Chile que describe asociaciones de hongos Mucorales y levaduriformes con estados tempranos de descomposición de cadáveres de cerdos en meses de otoño y en ecosistemas locales, información que puede ser de utilidad en investigaciones forenses.

## AGRADECIMIENTO

Esta investigación fue financiada por el Proyecto FONDEF D1111024 "La botánica forense en la investigación policial".

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ÁLVARES-PEREZ, A.; MATEOS, A.; DOMINGUEZ, L.; MARTINEZ-NEVADO, E.; BLANCO, J.; GARCÍA, M. Isolation of *Rhodotorula mucilaginosa* from skin lesions in a Southern sea lion (*Otaria flavescens*): a case report. **Vet. Med.** 55: 297-301. 2010.
- [2] ÁLVAREZ, E.; SUTTON, D.; CANO, J.; FOTHERGILL, A.; STCHIGEL, A.; RINALDI, M.; GUARRO, J. Spectrum of Zygomycete species identified in clinically significant specimens in the United States. **J. Clin. Microbiol.** 47: 1650-1656. 2009.
- [3] ALVES, M.; DE CAMPOS-TAKAKI, G.; OKADA, K.; FERREIRA, I.; MILANEZ, A. Detection of extracellular protease in *Mucor* species. **Rev. Iberoam. Micol.** 22: 114-117. 2005.
- [4] ANDERSON, I.; CAIRNS, J. Diversity and ecology of soil fungal communities: increased understanding through the application of molecular techniques. **Environ. Microbiol.** 6: 769-779. 2004.
- [5] BARNETT, J.; PAYNE, R.; YARROW, D. Descriptions of the species, arranged alphabetically. In: **Yeasts, characteristics and identification**. Ed. Cambridge University Press, Australia, Pp 109-277. 1990.
- [6] BETANCOURT, O.; SALAS, V.; OTAROLA, A.; ZAROR, L.; SALAS, E.; NEUMANN, J. *Microsporium canis* en gatos dermatológicamente sanos en Temuco, Chile. **Rev. Iberoam. Micol.** 26: 206-210. 2009.
- [7] BLYSKAL, B. Fungi utilizing keratinous substrates. **Inter. Biodeterior. Biodegr.** 63: 631-653. 2009.
- [8] BONFIM, F.; SPANAMBERG, A.; CAVALLINI, E.; SIQUEIRA, J.; BRAYER, D.; ZANETTE, R.; MORAIS, J.; SANTOS, D.; FERREIRO, L. Fungal microbiota isolated from healthy pig skin. **Acta Scientiae Veterinariae** 38:147-153. 2010.
- [9] BYARD, R. Unusual patterned skin lesions caused by postmortem fungal activity. **Forens. Sci. Med. Pathol.** 10: 651-653. 2014.
- [10] CABRAL-MONTEIRO, A.; BOTELHO, S.; MALOSSO, E.; PARREIRA, P.; QUEIROZ, M. Zygomycetes from herbivore dung in the ecological reserve of Dois Irmaos, Northeast Brazil. **Braz. J. Microbiol.** 42: 89-95. 2011.
- [11] CARREGARO, F.B.; SPANAMBERG, A.; SANCHES, E.M.E.; ARGENTA, J.S.; PEREIRA, D.I.B.; ZANETTE, R.; SANTURIO, J.M.; BARCELLOS, D.E.N.S.; FERREIRO, L. Fungal microbiota isolated from healthy pig skin. **Acta Scientiae Veterinariae**, 38:147-153. 2010.
- [12] DE HOOG, G.; GUARRO, J.; GENÉ, J.; FIGUERAS, M. Ascomycetous yeasts. In: **Atlas of Clinical Fungi** Electronic Version 3.1. Ed. CBS, Utrecht. 2011.

- [13] DOMSCH, K.; GAMS, W.; ANDERSON, T. *Mucor P. Micheli* ex St.-Amans 1821. In: **Compendium of Soil Fungi**. IHW-Verlag Eching. 2nd Ed. Die Deutsche Bibliothek, CIP, Einheitsaufnahme. München, Pp 290-302. 2007.
- [14] FONTELLAS-BRANDALHA, T.; ZUCOLOTO, F. Selection of oviposition sites by wild *Anastrepha obliqua* (Macquart) (díptera: Tephridae) based on the nutritional composition. **Neotrop. Entomol.** 33: 557-562.2004.
- [15] GUARRO, J. Taxonomía y biología de los hongos causantes de infección en humanos. **Enferm. Infecc. Microbiol. Clín.** 30: 33-39. 2012.
- [16] HAWSWORTH, D.; WILTSHIRE, E. Forensic mycology: the use of fungi in criminal investigations. **Forens. Sci. Int.** 206: 1-11. 2011.
- [17] HUDSON, H. Coprophilous fungi and fungi of animal remains. In: **Fungal saprophytism**. Edward Arnold (Publishers) Limited, Great Britain, Pp 31-37. 1972.
- [18] MENEZES, R.; KANCHAN, T.; LOBO, S.; JAIN, A.; BHAT, N.; RAO, N. Cadaveric fungi: Not yet an established forensic tool. **J. Forens. Legal Med.** 15: 124-126. 2008.
- [19] MICHAUD, J.; MOREAU, G. A statistical approach based on accumulated degree-days to predict decomposition-related processes in forensic studies. **J. Forens. Sci.** 56: 229-32. 2011.
- [20] 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** 29: 1-21. 2001.
- [21] MOALLAEI, H.; ZAINI, F.; PIHET, M.; MAHMOUDI, M.; HASHEMI, J. Isolation of keratinophilic fungi from soil samples of forests and farm yards. **Iran. J. Public Health** 35: 62-69. 2006.
- [22] ORTLOFF, A.; PEÑA, P.; RIQUELME, M. Preliminary study of the succession pattern of necrobiont insects, colonizing species and larvae on pig carcasses in Temuco (Chile) for forensic applications. **Forens. Sci. Int.** 222: e36 – e41. 2012.
- [23] PÁRAMO-AGUILERA, L.; ORTEGA-MORALES, B.; NARVAEZ-ZAPATA, J. Culturable fungi associated with urban stone surfaces in Mexico City. **Electr. J. Biotech.** 15: 1-17. 2012.
- [24] SIDRIM, J.; MOREIRA, R.; CORDEIRO, R.; ROCHA, M.; CAETANO, E.; MONTEIRO, A.; BRILHANTE, R. Fungal microbiota dynamics as a postmortem investigation tool: focus on *Aspergillus* and *Candida* species. **J. App. Microbiol.** 108: 1751-1756. 2010.
- [25] TAPIA, C. Género *Trichosporon*. **Rev. Chil. Infect.** 26: 263-264. 2009.
- [26] VALENZUELA, E.; LEIVA, S.; GODOY, R. Variación estacional y potencial enzimático de microhongos asociados con la descomposición de hojarasca de *Nothofagus pumilio*. **Rev. Chil. Hist. Nat.** 74: 737-749. 2001.
- [27] WIRTH, F.; GOLDANI, L. Epidemiology of *Rhodotorula*: An emerging pathogen. **Interdis. Persp. Infect. Dis.** 2012: 1-7. 2012.