



Short note [Nota corta]

DIVERSIDAD DE HONGOS QUERATINOFÍLICOS EN SUELOS DE CLIMAS CÁLIDOS DE MÉXICO †

[DIVERSITY OF KERATINOPHILIC FUNGI IN SOILS OF WARM CLIMATES OF MEXICO]

Raúl Ávila-Sosa^{2,3}, Karen Saez-Gomez^{1,3}, Elsa Castañeda-Roldán^{1,3}, and Ricardo Munguía-Pérez^{2,3*}

¹Laboratorio de Micología, del Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas Edificio IC 11, Instituto de Ciencias, Benemerita Universidad Autonoma de Puebla. Avenida San Claudio S/N Colonia San Manuel C.P. 72570 Puebla, Mexico

²Departamento de Bioquímica-Alimentos, Facultad de Ciencias Químicas, Benemerita Universidad Autonoma de Puebla. Avenida San Claudio S/N Colonia San Manuel C.P. 72570 Puebla, Mexico. Emails. iracena@yahoo.com, karenc_sg@outlook.com, ricardo.munguia@correo.buap.mx

³Posgrado en Ciencias Ambientales, Instituto de Ciencias, Benemerita Universidad Autonoma de Puebla, Edificio IC6. Avenida San Claudio S/N Colonia San Manuel C.P. 72570, Puebla, Mexico.

*Corresponding author

SUMMARY

Background. Soil constitutes the main reservoir of microorganisms, as well as the greatest source of biological diversity, a group of organisms abundant in the soil are fungi, which can perform various functions, and can exist in any type of environment, including warm ecosystems. The keratinophilic fungi group etiological agents of human dermatomycosis (dermatophytes and non-dermatophytes) that are established in the main causes of dermatological consultation in Mexico. **Methodology.** In order to determine the diversity of this group of fungi, soil sampling was carried out in the regions: Cerro de las Noas de Torreón, Coahuila (TC) and in the Francisco Villa community of Iguala de la Independencia, Guerrero (GUE); for the isolation and identification of keratinophilic microorganisms, the Vanbreuseghem keratin hook technique, microcultures and biochemical tests were used. On the other hand, soil pH was determined. The ecological determinations applied were the Shannon H index and the Sorensen CC index. **Results.** From the total of samples obtained (9) in TC 44% (4) was positive for dermatophytes, 88.9% (8) for non-dermatophytic keratinophilic fungi of which *Chrysosporium* was dominant and 55.6% (5) for actinomycetes, while, in GU of the 9 samples obtained in 55.6% (5) of these were identified dermatophytes, In 100% (9) non-dermatophytic keratinophilic fungi dominating *Fusarium* and *Chaetomium* and in 1% (1) actinomycetes. The pH value of soil samples on CT was 7.6 and 7.5 in GU. The Shannon diversity for TC H: 2.13 and for GU H: 2.49. The Sorensen index reported a CC: 68% similarity between the two communities. **Conclusion.** According to the results obtained it can be seen that the diversity of keratinophilic fungi etiological agents of dermatomycosis is dominated by non-dermatophytes, observing that despite the environmental differences are able to adapt in various environmental conditions.

Keywords: saprophyte; pathogen; pH

RESUMEN

Antecedentes. El suelo constituye el principal reservorio de microorganismos, así como la mayor fuente de diversidad biológica; un grupo de organismos abundantes en el suelo son los hongos, los cuales pueden llevar a cabo diversas funciones, además pueden existir en cualquier tipo de ambiente, incluyendo los ecosistemas cálidos. Los hongos queratinofílicos agrupan agentes etiológicos de dermatomycosis (dermatofitos y no dermatofitos) humana siendo esta una de las principales causas de consulta dermatológica en México. **Metodología.** Con la finalidad de determinar la diversidad de este grupo de hongos, se realizó un muestreo del suelo en las regiones: Cerro de las Noas de Torreón, Coahuila (TC) y en la comunidad Francisco Villa de Iguala de la Independencia, Guerrero (GUE); para

† Submitted September 3, 2019 – Accepted February 10, 2020. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License. ISSN: 1870-0462.

el aislamiento e identificación de microorganismos queratinofílicos se utilizó la técnica del anzuelo de queratina de Vanbreuseghem, microcultivos y pruebas bioquímicas. Por otra parte se determinó el pH del suelo. Las determinaciones ecológicas aplicadas fueron el índice de Shannon H y el índice de Sorensen CC. **Resultados.** Del total de muestras obtenidas (9) en TC el 44% (4) resulto positiva para dermatofitos, el 88.9% (8) para hongos queratinofílicos no dermatofílicos de los cuales *Chrysosporium* fue dominante y el 55.6% (5) para actinomicetos, mientras que, en GU de las 9 muestras obtenidas en el 55.6% (5) de las muestras se identificaron dermatofitos, en el 100% (9) hongos queratinofílicos no dermatofílicos dominando *Fusarium* y *Chaetomium* y en el 1% (1) actinomicetos. El valor de pH de las muestras del suelo de TC fue de 7.6 y el de GU 7.5. La diversidad de Shannon para TC H: 2.13 y para GU H: 2.49. El índice de Sorensen reporto un CC: 68% de similitud entre ambas comunidades. **Conclusión.** De acuerdo a los resultados obtenidos se puede observar que la diversidad de hongos queratinofílicos agentes etiológicos de dermatomicosis está dominada por no dermatofitos observándose que a pesar de las diferencias ambientales son capaces de adaptarse en diversas condiciones ambientales

Palabras claves: saprofito; patógeno; pH

INTRODUCCIÓN

El suelo constituye el principal reservorio de microorganismos, así como la mayor fuente de diversidad biológica, la cual se encuentra amenazada por factores como el calentamiento global y la contaminación. Este ecosistema dependiendo del tipo de sustrato proporciona el hábitat y las condiciones óptimas para el desarrollo de diversos organismos (Munguía *et al.*, 2011). Un grupo abundante en el suelo son los hongos, los cuales llevan diversas funciones en el ecosistema, éstas pueden ser benéficas al establecer relaciones mutualistas con plantas por ejemplo, o perjudiciales, causando enfermedades en humanos, animales o plantas al existir libremente en la naturaleza. Los hongos queratinofílicos agrupan agentes etiológicos de dermatomicosis (dermatofitos y no dermatofitos) humana siendo esta una de las principales causas de consulta dermatológica. En México existe una gran diversidad de hongos, aunque el conocimiento de la diversidad y distribución fúngica aun es incipiente, en nuestro país la entidad federativa que reporta un mayor número de especies es Veracruz. La importancia de saber la diversidad y distribución no solo de géneros sino también de especies fúngicas, radica en que puede ser un referente para comprender el rol que juegan los hongos en los ecosistemas; así también, esta información puede ser útil para medir el impacto de las actividades antropogénicas relacionadas con la distribución de hongos sobre los ecosistemas. A nivel mundial se ha mostrado un interés en cuanto a la distribución de hongos queratinofílicos en suelo, dado que, microorganismos que eran considerados saprofitos están emergiendo como nuevos microorganismos patógenos (Salazar *et al.*, 2014). Este grupo de hongos patógenos y oportunistas presentan una distribución cosmopolita, siendo causantes de micosis superficiales las cuales son prevalentes en México. Al ser el suelo el principal reservorio de los hongos es conveniente determinar la distribución de los mismos en este hábitat. Algunos de los factores que determinan la presencia fúngica en

este sustrato son características fisicoquímicas del suelo y la región, en esta última se engloba el clima, presencia de plantas, animales y personas (Abu Shaqra *et al.*, 2012). En la República Mexicana el 47.7% del territorio se encuentra conformado por climas áridos y semiáridos con temperaturas promedio superiores a los 25 °C. El presente trabajo tiene como objetivo hacer un análisis de la diversidad de dermatofitos, hongos queratinofílicos no dermatofílicos y actinomicetos recuperados de suelo, procedente de dos regiones de los estados de Coahuila y Guerrero con características climáticas cálidas y factores ambientales contrastantes, utilizando la técnica del anzuelo de queratina, para aportar información sobre su distribución en estos sitios del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

Torreón, Coahuila (TC) se localiza en la parte oeste del sur del estado de Coahuila con una superficie total de 1947.70 km², en las coordenadas 25°32'40"N 103°26'33"O, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar (msnm), presenta un clima seco semicalido, la temperatura promedio anual es de 22.8 °C, precipitación promedio anual 217 mm y el tipo de suelo dominante es litosol. Iguala, Guerrero (GUE), el municipio de Iguala de la Independencia se localiza al norte del estado de Guerrero, en las coordenadas geográficas de 18°17'24"N 99°27' 55"O, a una altura de 750 msnm, presenta un clima cálido sub-húmedo, con una temperatura promedio anual de 37 °C, precipitación promedio anual 1100 mm y tipo de suelo dominante chernozem (INEGI 2018). La colecta transversal de las muestras de suelo se realizó usando como referencia la NOM-021-SEMARNAT-2000, de manera aleatoria y georeferenciada en Google™ earth, en las regiones: Cerro de las Noas (25°31'31"N 103°27'20"O; extensión geográfica de 70000 m²) de Torreón Coahuila y en la comunidad Francisco Villa (18°22'30"N 99°32'51"O extensión

geográfica de 64000 m²) de Iguala de la Independencia Guerrero. El muestreo individual de cada región se realizó en zigzag con puntos de separación de 800 a 900m utilizando una pala recta a partir de la capa superficial del suelo de aproximadamente 50m² hasta obtener un pool de 1500g mediante 7 recolecciones en distintos puntos de cada superficie estipulada, se obtuvieron 9 muestras en TC (noviembre) y 9 muestras en GUE (diciembre), las cuales fueron depositadas en bolsas de plástico transparentes con cierre hermético previamente rotuladas, las mismas fueron transportadas y conservadas a 4°C hasta el momento de su procesamiento.

Recuperación de hongos queratinofílicos

Se utilizó la técnica del anzuelo de queratina de Vanbreuseghem 1952. El procedimiento consiste en lo siguiente: Se distribuyeron 20 g de muestra de suelo en la caja Petri estéril. En la superficie del suelo distribuido se colocaron 20 fragmentos de cabello de infante previamente esterilizado. Se adicionaron 5 ml de agua estéril al suelo para favorecer la propagación fúngica. Las muestras fueron incubadas a una temperatura de 20-25 °C de 4 a 6 semanas. Fue necesario mantener húmedo el suelo y monitorear el desarrollo del crecimiento microbiano en los fragmentos de cabello. Una vez observado el crecimiento en los cabellos estos fueron retirados e inoculados en tubos contenidos de agar dextrosa Sabouraud (Bioxon®). Posteriormente se realizó la purificación e identificación de los hongos obtenidos.

Identificación de dermatofitos y hongos queratinofílicos

Se realizaron resiembras en agar dextrosa Sabouraud (Bioxon®), hasta la obtención de cultivos axénicos para realizar microcultivos los cuales se tiñeron con azul de algodón y lactofenol, identificando mediante examen microscópico (Zeiss®) (40x) de acuerdo a Domsch *et al.* 1980; Currah 1988; Von Arx 1981.

Identificación de Actinomicetos

Se llevó a cabo mediante la tinción de ácido alcohol resistencia y pruebas bioquímicas: almidón, caseína, gelatina, urea, tirosina (Parada *et al.* 2017).

Medición del pH del suelo colectado

En cada una de las 9 muestras de suelo obtenidas de las 2 zonas de muestreo el pH se midió potenciométricamente en la suspensión sobrenadante que se forma a partir de la mezcla suelo-agua en una

relación 1:2; usando como referencia la NOM-021-SEMARNAT-2000.

Determinaciones ecológicas

Índice de biodiversidad: Para esta determinación se empleó la fórmula del índice de Shannon en la Eq. 1

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i)(\log_2 P_i) \quad (1)$$

en donde S es el número de especies (la riqueza de especies); P_i es la proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i); n_i – número de individuos de la especie i.

Similitud entre las comunidades. Se empleó la fórmula de la Eq. 2

$$CC = \text{Índice de Sorensen } CC = [2C/(S1 + S2)]*(100) \quad (2)$$

en donde C=número de especies comunes en las 2 comunidades, S1=número de especies de la comunidad 1 y S2= número de especies de la comunidad 2.

Dominancia ecológica

Se construyó un diagrama de Venn (Figura 1), por la superposición de los géneros dominantes de cada localidad muestreada (Magurran, 1983). Análisis estadístico: se realizó un análisis descriptivo de los datos con el programa Statgraphics plus 5.1. Las variables se representaron con su frecuencia absoluta y porcentaje. A los índices de biodiversidad se les aplicó la prueba de Kruskal-Wallis el nivel de significación estadística que se empleó fue de P<0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Coahuila

Del total de muestras obtenidas (9) en el Cerro de las Noas en Torreón, Coahuila el 44% resultó positiva para dermatofitos, el 88.9% para hongos queratinofílicos no dermatofíticos y el 55.6% para actinomicetos. En la Tabla 1 se muestran los valores de pH de las muestras analizadas de suelo de las regiones estudiadas, así como, el número y porcentaje de aislamientos en cada una de las muestras. Se aislaron un total de 58 cepas pertenecientes a 11 géneros, siendo *Cryosporium* y *Fusarium* los que presentaron un mayor porcentaje de aislamientos con el 27.7% y 17.3% respectivamente. Estos resultados

concuerdan con lo reportado por Rizwana *et al.*, (2012) y Mangiaterra *et al.*, (2006), los cuales mencionan a *Cryosporium* como el género mayormente aislado, Malek *et al.*, (2013) también reportan a *Cryosporium* como uno de los principales géneros identificados. Se aislaron dos especies de dermatofitos pertenecientes al género *Trichophyton*, *T. rubrum* y *T. tonsurans* representando el 10.3 % (6 cepas) y el 5.2% (3 cepas) del total de cepas aisladas, ambas consideradas antropofílicas. En cuanto a los actinomicetos se aislaron a los géneros *Nocardia* y *Streptomyces* en el 6.7% (4 cepas) y 3.4% (2 cepas) del total de las muestras, estos resultados son semejantes a lo reportado por Malek *et al.*, (2013) los cuales mencionan a *Nocardia* como el actinomiceto que se presenta con mayor frecuencia al realizar la técnica del anzuelo de queratina de Vanbreuseghem.

Guerrero

De las 9 muestras obtenidas en Francisco Villa de Iguala de la Independencia, Guerrero en el 55.6% de las muestras se identificaron dermatofitos, en el 100% hongos queratinofílicos y en el 1% actinomicetos, tal como se muestra en la Tabla 1. Se recuperaron 41 cepas pertenecientes a 11 géneros. *Fusarium* y *Chaetomium* fueron los géneros predominantes con el 14.6% de aislamientos del total de las muestras en ambos casos, seguidos de *T. mentagrophytes* con el 12.2%, *Chryso sporium sp* y *A. fumigatus* ambos con el 9.8%. Estos resultados son similares a los reportados por Pakshir *et al.*, (2013) los cuales mencionan al género *Fusarium* como el hongo queratinofílico más abundante en muestras de suelo de parques, además de reportar a géneros como *Chryso sporium*, *Aspergillus* y *Chaetomium*. Munguia *et al.*, (2011) únicamente reportan a *Trichophyton*. Da Silva y Oliveira (2009), así como Abu Shaqra *et al.*, (2012) reportan a *T. mentagrophytes* como la especie más frecuente del género *Trichophyton*. Toro *et al.*, (2007) reportan a *Chryso sporium* como el más predominante. En el presente estudio se reportó una mayor presencia de hongos queratinofílicos, esto concuerda con lo reportado por Javoreková *et al.*, (2012). Dentro de los hongos queratinofílicos *Aspergillus* fue el más frecuente, las especies identificadas de mayor a menor predominancia fueron *Aspergillus fumigatus*, *A. flavus* y *A. niger* estas

especies también son reportadas por Irum *et al.*, 2007 los cuales las reportan como las más frecuentes. Altayyar *et al.*, (2016) también reportan a *Aspergillus* como el más frecuente.

Comparación de resultados Coahuila-Guerrero

Hay una mayor predominancia de hongos queratinofílicos en ambos lugares de muestreo, respecto a dermatofitos de los cuales solo se aislaron tres especies *T. rubrum*, *T. tonsurans* y *T. mentagrophytes* este último solo se aisló en Guerrero, cabe mencionar que los hongos queratinofílicos juegan un papel importante en la ecología al degradar sustratos queratinizados (Malek *et al.*, 2013); y actinomicetos aislándose *N. asteroides* y *S. somaliensis* de estos el primero sólo se presentó en Coahuila, Salazar *et al.*, (2014) reportan a *Nocardia* y *Streptomyces* como actinomicetos que se presentan en mayor porcentaje, los cuales juegan un papel importante en la salud y sostenibilidad del suelo. Una de las razones por las cuales pudo haber una baja recuperación de dermatofitos puede ser la ausencia de animales en las unidades de muestreo, cabe mencionar que *T. mentagrophytes* es considerado un dermatofito zoofílico. En cuanto a la baja recuperación de actinomicetos puede deberse a los valores de pH en los suelos, ya que estos se consideran neutros a ligeramente alcalinos, siendo un factor no propicio para el desarrollo de estos microorganismos. Al determinar el coeficiente de comunidades de Sorensen nos dio como resultado un porcentaje de similitud del 68%, entre las zonas de muestreo en el Cerro de las Noas en Torreón, Coahuila y Francisco Villa de Iguala de la Independencia, Guerrero; ya que, de las 14 y 15 especies identificadas respectivamente, ambas zonas tienen similitud en 10 especies. Las cuales tienen la capacidad patogénica para que la población de las zonas de estudio desarrolle enfermedades dermatológicas. Por ello la importancia de este estudio fue identificar los microorganismos presentes en el suelo de climas cálidos que hasta ahora no se habían descrito, puesto que el conocimiento de estos, permite inferir y prevenir enfermedades de individuos de la región.

Tabla 1. Diversidad de microorganismos aislados, pH del suelo y determinaciones ecológicas de dos regiones de estudio en México (TC [Torreón, Coahuila] y GUE [Iguala, Guerrero]).

Clasificación	Microorganismos aislados	TC		GUE	
		(n)	%	(n)	%
Queratinofílicos	<i>Aspergillus flavus</i>	2	3.4	3	7.4
	<i>A. fumigatus</i>	2	3.4	4	9.8
	<i>A. niger</i>	0	0	1	2.4
	<i>A. terreus</i>	3	5.3	0	0
	<i>Acremonium sp.</i>	1	1.7	0	0
	<i>Chaetomium sp.</i>	3	5.3	6	14.6
	<i>Chrysosporium sp.</i>	16	27.7	4	9.8
	<i>Fusarium sp.</i>	10	17.3	6	14.6
	<i>Humicola sp.</i>	0	0	1	2.4
	<i>Verticillium sp.</i>	1	1.7	0	0
	<i>Penicillium sp.</i>	0	0	2	4.9
	<i>Phialophora sp.</i>	0	0	1	2.4
	<i>Rizopus sp.</i>	1	1.7	1	2.4
	<i>Sepedonium sp.</i>	4	6.7	1	2.4
Dermatofitos	<i>Trichophyton mentagrophytes</i>	0	0	5	12.2
	<i>T. rubrum</i>	6	10.4	2	4.9
	<i>T. tonsurans</i>	3	5.3	3	7.4
Actinomicetos	<i>Nocardia asteroides</i>	4	6.7	0	0
	<i>Streptomyces somaliensis</i>	2	3.4	1	2.4
	N	58	100	41	100
	pH suelo		7.6		7.5
	Índice de Shannon		2.13		2.49
	Coefficiente de Sorensen			68 %	

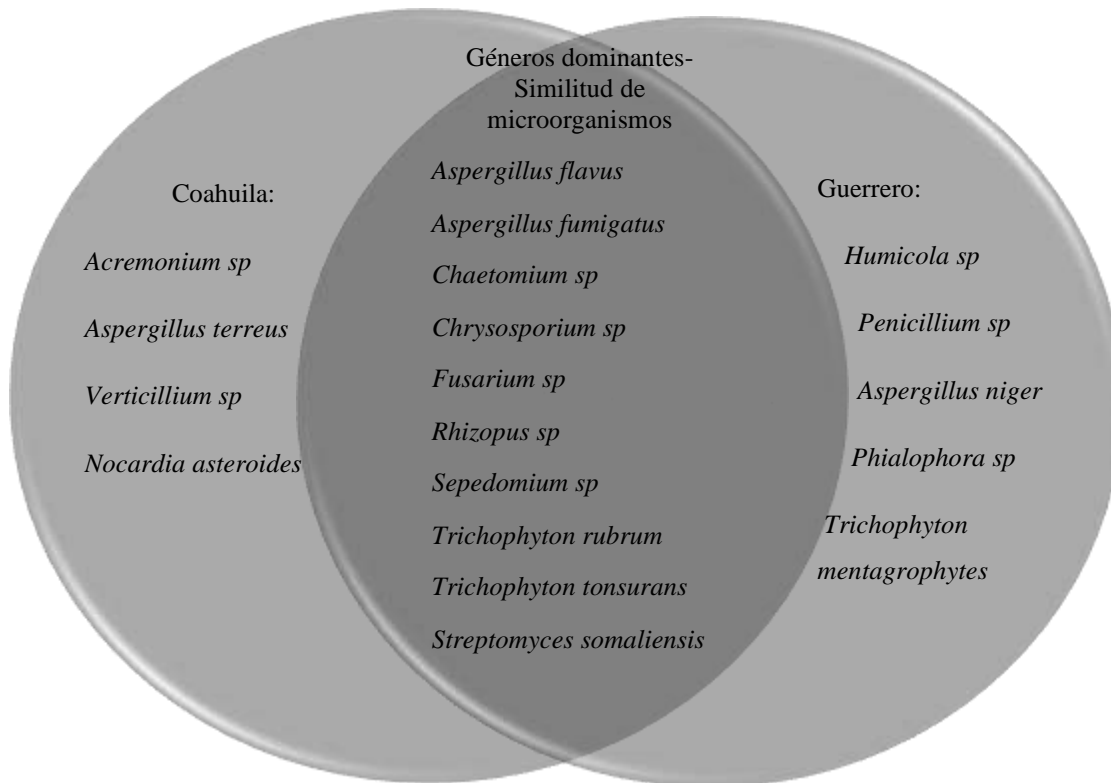


Figura 1. Diagrama de Venn, que muestra los géneros dominantes y la similitud de microorganismos obtenidos de suelos (10 especies) en base al coeficiente de comunidades de Sorensen=68% entre las regiones del Cerro de las Noas Torreón Coahuila y Francisco Villa, Iguala Guerrero.

CONCLUSIONES

Se aislaron 99 cepas de hongos queratinofílicos, los cuales correspondieron a 14 géneros. Los hongos queratinofílicos no dermatofílicos fueron los más frecuentes a diferencia de dermatofitos y actinomicetos, en ambos sitios de muestreo. El pH de los suelos y las condiciones ambientales fueron determinantes en el desarrollo de microorganismos. El índice de Shannon mostró que existe mayor diversidad de especies en Guerrero. La similitud de especies queratinofílicas entre los dos sitios muestreados es considerable ya que esta fue del 68%, por lo que en ambos sitios muestreados a pesar de las diferencias ambientales que pudieran existir, se puede inferir que, estos tipos de microorganismos son

capaces de subsistir en diversas condiciones ambientales. Los microorganismos encontrados son fuente potencial de generar dermatomicosis a los pobladores de las zonas de estudio.

Agradecimientos

El autor Saez-Gomez agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo con su beca de estudios de maestría.

Financiamiento. Este proyecto contó con el apoyo de VIEP-BUAP.

Conflicto de interés. Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.

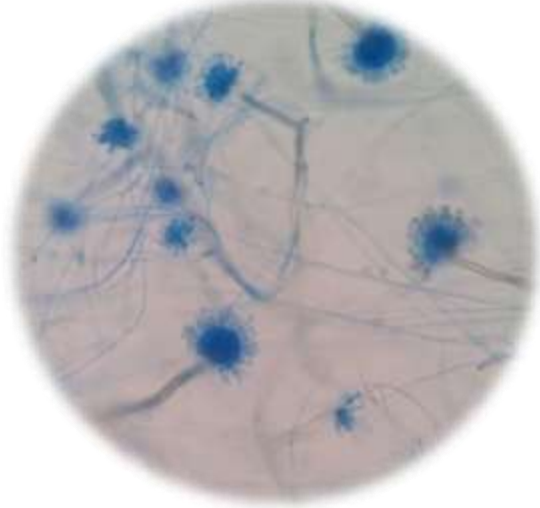

Aprobación por un comité de ética. Este trabajo fue aprobado por el comité de ética del Posgrado en Ciencias Ambientales, Instituto de Ciencias, Benemerita Universidad Autónoma de Puebla

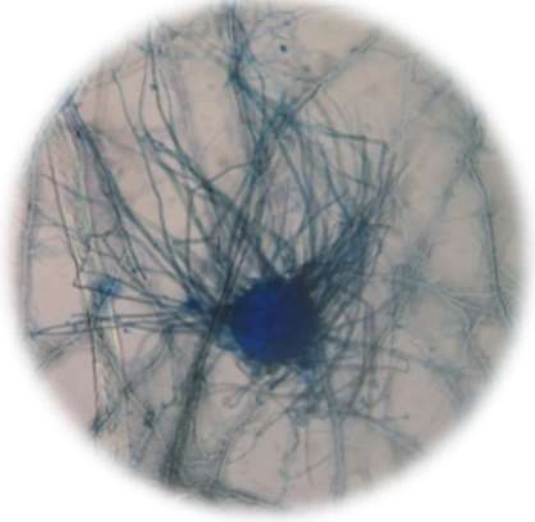
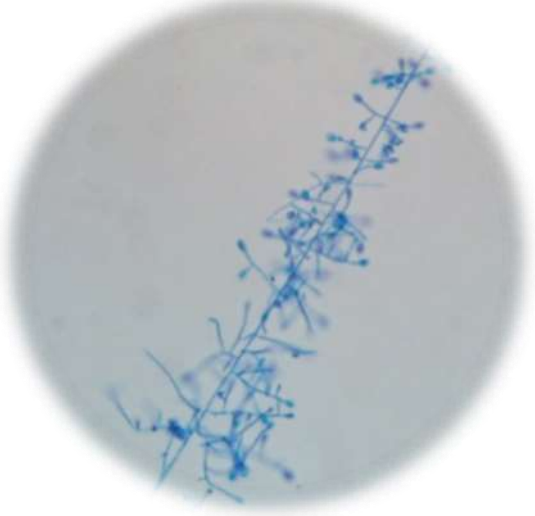
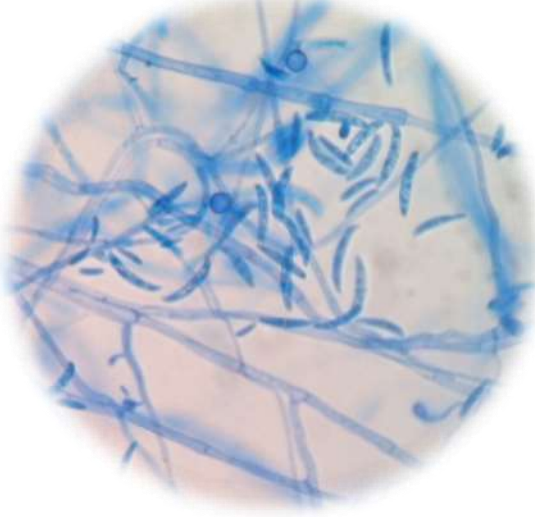
Disponibilidad de datos. Los datos están disponibles con el autor por correspondencia (ricardo.munguia@correo.buap.mx), con previa solicitud.

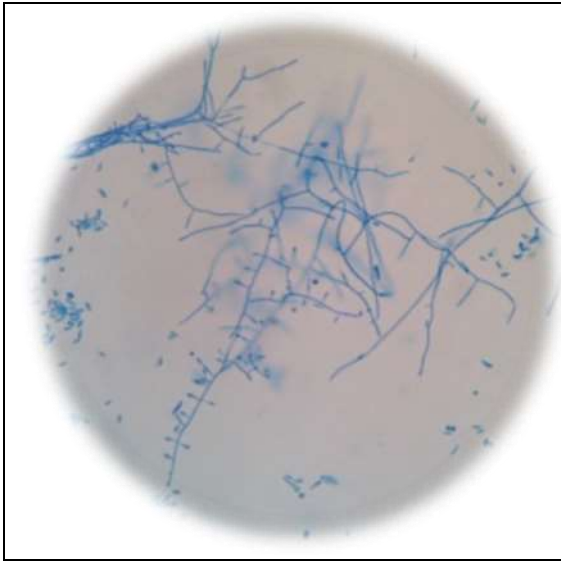
REFERENCIAS

- Abu Shaqra, Q., Al-Jamaïen, H., Al Zoubi, M. 2012. Isolation of soil dermatophytes from three distinct geographic locations in Jordan. *Fungal Ecology*. 5:274-276.
- Altayyar, I., Osman, N., Elbreki, M., Ibrahim, H., Aboalasad, A., Barkah, A., Almahdi, N. 2016. Isolation and Identification of Soil Keratinophilic Fungi from Different Area in South of Libya. *International Journal of Applied medical and biological Research*. 1:27-32.
- Currah, R.S. 1985. Taxonomy of the Onygenales, Arthrodermataceae, Gymnoascaceae, Myxotrichaceae, Onygenaceae. *Mycotaxon* 24:1-216.
- Da Silva, Z., Oliveira, A. 2009. Dermatophytes from urban soils in João Pessoa, Paraíba, Brazil. *Revista Argentina de Microbiología*. 40:161-163.
- Domsch, K.H.; Gams, W. and Anderson, T. 1980. *Compendium of soil fungi*. Vol 1. London. Acad. Press.
- INEGI 2018. En <http://www.inegi.gob.mx>
- Irum, F., Suhail, M., Abro, H. 2007. Keratinophilic fungi from the soil of district, Jamshoro, Sindh, Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*. 39:1377-1380.
- Javoreková, S., Labuda, R., Maková, J., Novák, J., Medo, J., Majerčíková, K. 2012. Keratinophilic fungi isolated from soils of long-term fold-grazed, degraded pastures in national parks of Slovakia. *Mycopathologia*. 174:239-245.
- Magurran, A., 1983. *Diversidad Ecológica y su Medición*. Madrid: Ed. Vedral. pp. 124 – 125.
- Malek, E., Moosazadeh, M., Hanafi, P., Abbasi, Z., Amini, A., Mohammadi, R., Kohsar, F., Niknejad, F. 2013. Isolation of Keratinophilic Fungi and Aerobic Actinomycetes from Park Soils in Gorgan, North of Iran. *Jundishapur Journal of Microbiology*. 6: 1-5.
- Mangiaterra, M., Giusiano, G., González, I. 2006. Algunos microhongos geofílicos de las planicies semiaridas del noroeste de la provincia de San Luis (Argentina). *Boletín Micológico*. 21:43-48.
- Munguia, R., Díaz, E., Martínez, N., Muñoz, J., Martínez, R. 2011. Fungal diversity in soil samples from a Mexican region with endemic dermatomycoses. *Micología Aplicada International*. 23:11-19.
- NOM-021-SEMARNAT-2000. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69255.pdf>
- Pakshir, K., Rahimi, M., Zomorodian, K., Reza, A. 2013. Isolation and Molecular Identification of Keratinophilic Fungi from Public Parks Soil in Shiraz, Iran. *BioMed Research International*. 1:1-5.
- Parada R., Maguet E., Vallejo M. 2017. Aislamiento y caracterización parcial de actinomicetos de suelos con actividad antimicrobiana contra bacterias multidrogo-resistentes. *Revista Colombiana Biotecnología* 29 (2): 15 – 23.
- Rizwana, H., Al Hazzari, A., Siddiqui, I. 2012. Prevalence of dermatophytes and other keratinophilic fungi from soils of republic parks playgrounds of Riyadh, Saudi Arabia. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 22:948-953.
- Salazar, A., Ordoñez, C., Hernández, D., Castaño, L., Peña, K., Rodríguez, J., Buenoet, L. (2014). Actinomicetos aislados del suelo del Jardín botánico de la Universidad Tecnológica de Pereira. *Scientia et Technica*. 19:14-19.
- Toro, M., Ferrari, B., Pino, J., Piontelli, E. 2007. *Onygenales (Eurotiomycetes, Ascomycota)* queratinofílicos en suelos de establecimientos educacionales urbanos y rurales de la V región, Chile. *Boletín Micológico*. 22:1-7.
- Vanbreuseghem, R. 1952. Technique biologique pour l'isolement des dermatophytes du sol. *Annales de la Societe Belge de MedecineTropicale*. 32:173-178
- Von-Arx, J.A. 1981. *The genera of fungi sporulating in pure culture*. 3ª ed. Vaduz. Edit Verlag J. Crame

Apéndice 1. Ejemplo de identificación de hongos.

Microfotografía Hongos queratinofílicos	Genero/Especie/Descripción taxonómica
	<p><i>Aspergillus flavus</i>, microfotografía a partir de cultivo en agar Sabouraud a 28° C, teñido con azul de algodón y lactofenol. 40x.</p> <p>Reino: Fungi Phylum: Ascomycota Clase: Eurotiomycetes Orden: Eurotiales Familia: Aspergillaceae Género: <i>Aspergillus</i> Especie: <i>flavus</i></p> <p>Microscópicamente se observan conidióforos que miden de 400 a 800 µm de largo, de pared gruesa y con un aspecto rugoso en la zona inferior en donde se encuentra la vesícula globosa. La vesícula globosa o subglobosa mide entre 25-45 µm de diámetro. De donde parten las fiálides rodeando toda la vesícula.</p>
	<p><i>Aspergillus fumigatus</i> microfotografía a partir de cultivo en agar Sabouraud a 28° C, teñido con azul de algodón y lactofenol. 40x.</p> <p>Reino: Fungi Phylum: Ascomycota Clase: Eurotiomycetes Orden: Eurotiales Familia: Aspergillaceae Género: <i>Aspergillus</i> Especie: <i>fumigatus</i></p> <p>Está constituido por conidióforos lisos y cortos o semi largos de (300 -500 µm). Posee vesículas de 30 a 50 µm de diámetro en forma de frasco, mostrando una pigmentación verdosa. Las fiálides se forman por largas cadenas de conidias esféricas o ligeramente ovoides equinulados de color verde.</p>

	<p><i>Chaetomium</i> sp. Microfotografía a partir de cultivo en agar Sabouraud a 28° C, teñido con azul de algodón y lactofenol. 40x.</p> <p>Reino: Fungi Phylum: Ascomycota Clase: Sordariomycetes Orden: Sordariales Familia: Chaetomiaceae Género: <i>Chaetomium</i></p> <p>Presenta un crecimiento termotolerante, los pelos peridiales son largos y rectos y las ascosporas presentan una morfología fusiforme.</p>
	<p><i>Chrysosporium</i> sp. Microfotografía a partir de cultivo en agar Sabouraud a 28° C, teñido con azul de algodón y lactofenol. 40x.</p> <p>Reino: Fungi Phylum: Ascomycota Clase: Eurotiomycetes Orden: Onygenales Familia: Onygenaceae Género: <i>Chrysosporium</i></p> <p>Se caracteriza por presentar exclusivamente una forma asexual con conidios mayoritariamente piriformes, que se pueden confundir con los microconidios que presentan algunas especies de <i>Trichophyton</i>.</p>
	<p><i>Fusarium</i> sp. Microfotografía a partir de cultivo en agar Sabouraud a 28° C, teñido con azul de algodón y lactofenol. 40x.</p> <p>Reino: Fungi Phylum: Deuteromycota Clase: Sordariomycetes Orden: Hypocreales Familia: Nectriaceae Género: <i>Fusarium</i></p> <p>Los macroconidios presentan forma de media luna, hialinos y septados. Para su correcta clasificación es importante el largo, ancho, curvatura, septos. Los microconidios, ausentes en algunas especies, poseen variadas formas fusiformes, ovales, clavadas; pueden observarse las clamidosporas características con doble pared gruesa, lisa o rugosa; de manera aislada, en pareja o en grupo.</p>



Trichophyton rubrum Microfotografía a partir de cultivo en agar Sabouraud a 28° C, teñido con azul de algodón y lactofenol. 40x.

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Clase: Eurotiomycetes

Orden: Onygenales

Familia: Arthrodermataceae

Género: *Trichophyton*

Especie: *rubrum*

Hongo filamentoso con microconidios piriformes (de 3-5,5 x 2-3,5 μm), sésiles sobre las hifas formando racimos. Macroconidios muy escasos (de 40-55 x 6-7,5 μm), con varios tabiques, de formas irregulares, de pared fina y lisa, al final de la hifa.