

Epidemiología del micetoma en el Centro Dermatológico de Yucatán (2001-2021)

Epidemiology of mycetoma at Dermatological Center in Yucatan (2001-2021)

Nixma Eljure López,¹ Michelle Alcocer Salas,² Cristina Eugenia Conde Ortiz,³ Edoardo Torres Guerrero⁴ y Carlos E. Atoche Diéguez⁴

¹ Dermatóloga, Centro Dermatológico de Yucatán Dr. Fernando Latapí, ssy, Mérida, Yucatán

² Residente de segundo año, Instituto Dermatológico Dr. José Barba Rubio, ssj, Guadalajara, Jalisco

³ Residente de tercer año, Hospital Regional Valentín Gómez Farías, ISSSTE, Zapopan, Jalisco

⁴ Dermatólogo, micólogo, Centro Dermatológico de Yucatán Dr. Fernando Latapí, ssy, Mérida, Yucatán

RESUMEN

ANTECEDENTES: el micetoma es un síndrome anatomoclínico inflamatorio crónico que resulta de la inoculación traumática de actinomicetos aerobios u hongos verdaderos, lo cual provoca actinomicetoma o eumicetoma. En México su prevalencia se estima en 0.15 casos por cada 100 mil habitantes, con un total de 3 933 casos de acuerdo con la última casuística nacional (2013).

MATERIAL Y MÉTODOS: se realizó un estudio observacional, descriptivo y retrospectivo en el Laboratorio de Micología del Centro Dermatológico de Yucatán de 2001 a 2021. Se utilizó estadística descriptiva.

RESULTADOS: se reunieron 70 casos, los actinomicetomas abarcaron el 91.44% de éstos, el patógeno más común fue *Nocardia*; los eumicetomas representaron el 8.58%. El tronco fue la principal topografía afectada (casi 60%), contrastando de manera significativa con lo informado en la literatura nacional e internacional.

CONCLUSIONES: en la península de Yucatán se debe priorizar una mejor educación al personal de salud de primer contacto, además de contar con más infraestructura que ayude a visualizar la magnitud real del problema.

PALABRAS CLAVE: micetoma, epidemiología, Yucatán.

ABSTRACT

BACKGROUND: mycetoma is a chronic, inflammatory syndrome that results from traumatic inoculation of actinomycetes (actinomycetoma) or fungi (eumycetoma). Estimated prevalence in Mexico is 0.15 per 100 thousand inhabitants, with a total of 3 933 cases according to the last national casuistic in 2013.

MATERIALS AND METHODS: We performed an observational, descriptive, retrospective study at the Mycology Laboratory in Dermatological Center in Yucatan from 2001 to 2021. Descriptive statistics were applied.

RESULTS: seventy cases were studied: actinomycetomas 91.44% and eumycetomas 8.58%, *Nocardia* was the most frequent causal agent, the trunk was the most affected corporal region in 60%, contrasting significantly with national and international literature.

CONCLUSIONS: improve training in first contact health personnel, and more laboratory infrastructure must be a priority in the Yucatan peninsula to help visualize the real magnitude of the problem.

KEYWORDS: mycetoma, epidemiology, Yucatan.

Introducción

El micetoma es un síndrome anatomoclínico inflamatorio crónico que resulta de la inoculación traumática exógena de hongos o actinomicetos aerobios y ocasiona eumicetoma o actinomicetoma, respectivamente. Afecta la piel, el tejido celular subcutáneo, a menudo los huesos, las articulaciones y, en ocasiones, las vísceras. En la literatura se reporta con más frecuencia en las extremi-

dades inferiores, hasta en 60%, en las que predomina en los pies, aunque se puede observar en cualquier otra localización.¹⁻³

El hábitat característico de los microorganismos causales se encuentra en las zonas con clima subtropical o seco tropical, con estaciones de lluvia bien definidas, cuyas precipitaciones pluviales van de 500 a 1 000 mm y temperaturas entre 20 y 40 °C, situación climática que es parale-

CORRESPONDENCIA

Dra. Nixma Eljure López ■ dranaxma@hotmail.com
Centro Dermatológico de Yucatán; Calle 59 × 90 s/n, Centro, C.P. 9700, Mérida, Yucatán

la entre India, África y México; sin embargo, la presencia de las especies causales varía.^{1,2}

Esta enfermedad se ha reportado en 102 países, y su distribución depende de las condiciones geográficas y climatológicas de la región; predomina en una banda transversal conocida como *Cinturón del Micetoma*, que incluye Sudán, Somalia, Senegal, México, Venezuela, India, Mauritania, Chad, Etiopía, Yemen y parte de Colombia. En 2013, durante su 69ª Asamblea, la Organización Mundial de la Salud (OMS) incluyó este padecimiento entre las 17 enfermedades tropicales neglectas más olvidadas, con bajas tasas de curación y con prioridad de atención.^{1,3-8} Hasta 2018, en revisiones sistemáticas de la literatura mundial, los dos países del mundo en los que la enfermedad es más prevalente son Sudán y México, con 6 792 casos en 24 años y 3 933 casos en 54 años, respectivamente,^{9,10} con una prevalencia global estimada de 0.15 casos por cada 100 mil habitantes para México y un total de 3 933 casos de acuerdo con la última casuística nacional (2013), con un promedio de 73 casos nuevos por año y una relación hombre/mujer de 3:1. Menos de 2% de los micetomas son causados por eumicetos, mientras que los actinomicetos se observan hasta en 98%; *Nocardia* causa 80.5%, el resto lo ocasionan otras especies de *Nocardia*, actinomadura y otros actinomicetos, y 2% corresponde a eumicetomas, de los cuales, el principal agente causal reportado es *Madurella mycetomatis*.^{1,4,11}

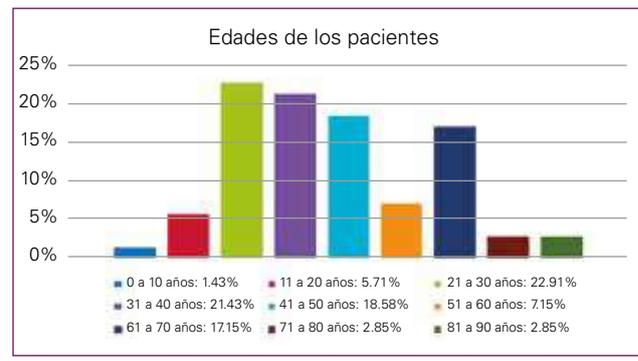
Material y métodos

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y retrospectivo en el Laboratorio de Micología del Centro Dermatológico de Yucatán Dr. Fernando Latapí, en el que se incluyeron los expedientes de todos los pacientes con diagnóstico confirmado de micetoma (ya fuera por examen directo con hidróxido de potasio o por medio de estudio histopatológico y cultivo) pertenecientes a la base de datos propia del servicio, en el periodo comprendido entre 2001 y 2021. Se analizaron las siguientes variables: sexo, edad, lugar de origen, microorganismo causal identificado y topografía afectada; se utilizó estadística descriptiva.

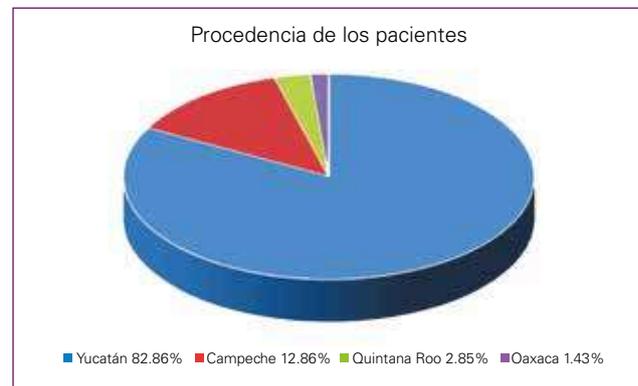
Resultados

Se reunió un total de 70 pacientes en el periodo 2001-2021, de los cuales 51 correspondieron a personas del sexo masculino y 19 del sexo femenino, con edades entre los siete y 90 años de edad, se observó un predominio de pacientes en el grupo de 21 a 30 años, es decir, 22.91% (gráfica 1).

La mayoría de los pacientes fueron originarios del estado de Yucatán (82.86%), mientras que el resto provenía de estados vecinos dentro de la península y una persona residente en Oaxaca (gráfica 2).



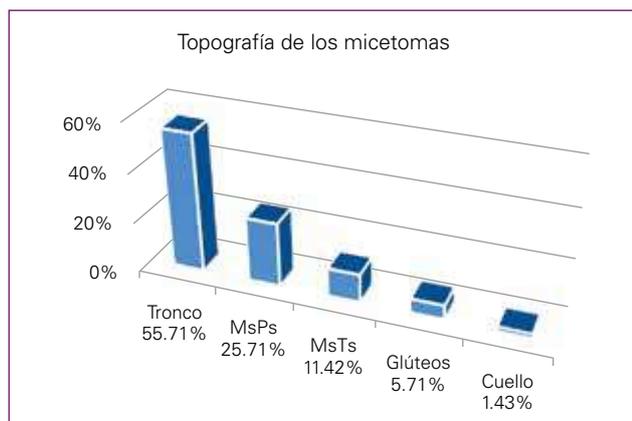
Gráfica 1. Edades de los pacientes estudiados.



Gráfica 2. Procedencia de los pacientes.

Entre las principales ocupaciones de estas personas encontramos: campesino (40%) y ama de casa (20%), sin embargo, se registró 40% de casos que corresponde a profesiones diversas, entre las que se identificaron: tres estudiantes, un guardia de seguridad, un pescador, tres policías, un veterinario, un herrero, un mecánico, un aluminero, un ingeniero civil, una persona discapacitada, un empleado doméstico, tres albañiles, un obrero, un militar, seis empleados, un comerciante y un criador de cerdos, los cuales representan un porcentaje importante.

Las principales regiones topográficas afectadas fueron el tronco (55.71%), seguido de las extremidades inferiores con 25.71% (y dentro de este porcentaje, 27.80% fueron causados por eumicetos, mientras que 22.25% los ocasionó *Actinomadura madurae*) y los miembros superiores (11.42%). Otras áreas ocuparon porcentajes menores (gráfica 3). Cabe mencionar que uno de los pacientes cursó con infección mixta, presentó eumicetoma en la pierna izquierda, en el que se observaron al mismo tiempo granos eumicéticos negros y blancos en el examen directo; mientras que otro individuo inició con micetoma hace 10 años en el tronco posterior a nivel de la región lumbar derecha, y desde hace dos años, éste se extendió a las regiones abdominal (flanco derecho) y suprapúbica.



Gráfica 3. Frecuencia de afectación por áreas corporales.



Gráfica 4. Microorganismos recuperados en cultivos.

Los actinomietomas abarcaron el 91.44%, de éstos, en el examen directo se observaron granos de *Nocardia* en 93.86%, y de *Actinomyces madurae* en 6.15%, mientras que los eumietomas representaron el resto (8.58%). Los cultivos para actinomietos se realizaron en agar Sabouraud y medio de Löwenstein-Jensen; en el caso de eumietos, se llevó a cabo en medio de Sabouraud simple. Se recuperó al agente causal en 75.71% de las siembras, 24.30% de los cultivos resultaron negativos, y en 5.71% no se logró la tipificación del agente causal (en estos últimos casos se trató de eumietos) (gráfica 4).

Discusión

En México el micetoma se considera la “micosis” profunda más frecuente (aunque en realidad es una enfermedad bacteriana por actinomietos), con 98% de los casos ocasionados por actinomietos y sólo 2% causados por eumietos.¹²

En 1874 Charles McQuestin realizó la primera pesquisa epidemiológica acerca de este padecimiento, encontró casos en el estado de Sonora; más tarde, Ricardo Cicero hizo las primeras publicaciones sobre los casos que él estudió (1912); mientras que Antonio González Ochoa en 1945 identificó que *Actinomyces mexicanus* y *Nocardia brasiliensis* eran un mismo patógeno; y en 1947 Fernando Latapí llevó a cabo las primeras observaciones terapéuticas empleando sulfonas.^{1,4}

Sin embargo, esta enfermedad continúa desatendida y en ocasiones es mal diagnosticada por los médicos de primer contacto, incluso por aquellos ubicados en sitios endémicos. Además, reviste mayor importancia ya que también se considera una enfermedad ocupacional e incapacitante, propia de trabajadores rurales de bajo nivel socioeconómico en edades productivas, que no usan un calzado adecuado que proteja los pies de traumatismos

(huaraches/sandalias) o andan descalzos.⁴ No obstante, entre los datos recopilados se encontraron casos de personas que no corresponden con estas características (40% del total de nuestra casuística), y que, a diferencia de otros reportes nacionales en donde dichas ocupaciones a lo sumo representan el 20%, consideramos que se trata de una cifra importante que contrasta con datos encontrados en la literatura. Hassan y colaboradores señalan un predominio entre estudiantes, seguido de campesinos y pastores como principales actividades involucradas en esta enfermedad, aunque se debe tomar en cuenta que es muy probable que se trate de personas que también usan sandalias o andan sin calzado, debido a que los casos comunicados en dicha publicación procedían de Khartoum y Sennar, que son localidades en condiciones rurales y cuyo análisis señala que 93% de las viviendas eran de piso de tierra.^{11,13,14}

Por otra parte, en dos casuísticas realizadas a nivel nacional, una llevada a cabo por Arenas y colaboradores, se reportó un porcentaje entre campesinos semejante al obtenido en nuestro estudio; asimismo, en la que realizó el equipo de Cárdenas de la Garza en Monterrey también arrojó una cifra similar (41.9%), aunque el resto de las ocupaciones identificadas difiere de lo encontrado en nuestra base de datos, donde la segunda actividad más frecuente fue la de trabajador de labores domésticas (Arenas) y albañil (Cárdenas de la Garza); sin embargo, en un estudio realizado por Dubey y colaboradores en India, se identificaron las mismas ocupaciones que las reportadas por Cárdenas de la Garza.^{12,13,15}

La enfermedad predominó entre personas del sexo masculino en una razón de 2.6:1 respecto de las mujeres, lo cual corresponde con lo reportado por Bonifaz y colaboradores, aunque en algunas casuísticas como la recopilada por los equipos de López Martínez o Arenas la proporción se eleva a 3:1, respectivamente;^{2,11-13} mientras que en otras fuentes puede ser incluso de hasta 4:1;¹ sin

embargo, en países como Sudán prácticamente no hay diferencia, donde se registra una relación de 1.1:0.9.¹⁴

En cuanto a la edad de los pacientes, se observó un predominio ligero entre quienes se encontraban entre los 21 y 30 años, seguidos de aquellos entre 31 y 40 años, lo cual refleja las mismas tendencias que se han reportado a nivel nacional en publicaciones previas, en las que se señala una mayor frecuencia entre pacientes de 16 a 45 años, entre los 16 y los 30 años; o como lo reportado por Bonifaz y colaboradores, quienes mencionan un predominio sólo en la tercera década de la vida;^{1,2,11,12} o parecido a los resultados de Kwizera, Ziljstra y Dubey, quienes mencionan, por separado, un predominio en personas de 20 a 30 años, 20 a 40 años y entre pacientes de 25 ± 15 años, respectivamente; sin embargo, contrasta un poco con los datos reportados por Hassan y colaboradores, quienes señalan que los individuos entre cero y 15 años fueron los más comunes, volviendo a presentarse otro pico entre pacientes de 16 a 30 años, muy probablemente debido a la alta endemia.^{7,9,14-16}

La afección del tronco representó cerca de 60% del total, seguida con mucha diferencia de las extremidades pélvicas, con 25.71% (figuras 1 y 2). Esto contrasta de manera

significativa con lo típicamente reportado en la literatura nacional e internacional. Por ejemplo, López Martínez y colaboradores, en una recopilación de todo México, encontraron cifras de 19.76% para el tronco y 60.29% para las extremidades inferiores,¹¹ mientras que el equipo de Cruz Correa, en un hospital de la Ciudad de México, reportó 26.21 y 53.10%, respectivamente;¹² y en otra casuística hecha en Ciudad de México, Bonifaz y colaboradores informaron 10.16 y 70.74%.² Asimismo, en otras latitudes se ha documentado un franco predominio de las extremidades, con afección de 68.2% en las inferiores (y hasta 80% en una revisión), 72.3% exclusivamente en los pies, y 26.2% en las superiores; y una cantidad menor al 10% se observó en otras topografías.^{7,9,14,15,17}

De acuerdo con lo históricamente reportado respecto de los agentes causales reconocidos en países latinoamericanos, *Nocardia* sp. fue el principal patógeno recuperado entre los microorganismos que se aislaron en los cultivos realizados en nuestro laboratorio. Este resultado era el esperado debido a que en el continente americano son predominantes los actinomicetos, y en general, en todo el mundo representan 60% de los agentes etiológicos,¹ mientras que en México corresponden a 96.52%.¹¹ Por otro



Figura 1. Micetoma mediodorsal extenso.



Figura 2. Micetoma paravertebral en una paciente renuente a tratamiento.

lado, estos datos contrastan con lo observado en África, en donde en un estudio realizado en el periodo 1991-2018 los eumicetomas sumaron un total de 5 513 casos y los actinomicetomas 1 470.¹⁸ Del mismo modo, los equipos de Bonifaz² y Cruz Correa¹² reportaron cifras altas de *Nocardia*, con 43.45 y 82.32%, respectivamente. Mientras que, por otro lado, contrasta con lo reportado por Cárdenas de la Garza y colaboradores, para quienes apenas representó el 3.2%.¹³

El microorganismo que se aisló e identificó más comúnmente fue *Nocardia brasiliensis*, mismo que, al igual que en otros reportes propios de México, se sigue manteniendo como el patógeno predominante en nuestro medio, con cifras que varían, dependiendo de la casuística, desde 9.04 hasta 78.21%, con una media de 65.58% a nivel nacional.^{2,11-13}

Es importante resaltar que entre las especies de *Nocardia* que fue posible secuenciar, se logró reconocer nuevas especies de *Nocardia* que no se habían aislado antes. En dos ocasiones se encontró *N. harenae* en pacientes de Yucatán, que es una especie que no se había reportado en el continente y sólo habían documentado, a partir de arena de playa, los autores coreanos Seo y Lee en 2006 como un nuevo miembro dentro del género;^{19,20} también se identificó un caso ocasionado por *N. takedensis*, que al igual que los anteriores, no había sido reportada en México y que fue descubierta e incluida dentro del género en 2005 por Yamamura y colaboradores en Japón.²¹

Actinomadura madurae se aisló e identificó en 2.85% de los casos, lo cual concuerda con lo reportado por autores mexicanos en publicaciones previas, donde se consigna como el segundo actinomiceto en frecuencia después de *Nocardia*, con cifras que van desde 6.5 hasta 17.93%, y con 7.93% dentro de la última casuística nacional de 2013.¹¹⁻¹³

El 8.56% de los cultivos practicados correspondió a eumicetos (2.85% a *T. grisea* y 5.71% no identificados), similar a lo que reportaron Bonifaz y colaboradores (8%), cifras que superan los resultados de Arenas y, en general, con lo publicado por el equipo de López Martínez (5.52 y 3.48%, respectivamente), y que, por otro lado, son inferiores a lo comunicado por Estrada y colaboradores en un estudio realizado con pacientes del estado de Guerrero (México), donde éstos suman 19.2%.²² Naturalmente estos datos contrastan con publicaciones procedentes de África e India, en donde los porcentajes prácticamente se invierten, predominando por mucho los hongos verdaderos, con cifras de hasta 88.8%, mientras que los actinomicetos representan el 10%.^{7,11,12,15} De manera clásica, se menciona que *Trematosphaeria grisea* es raro en México, sin embargo, fue el microorganismo eumicético que se aisló con

más frecuencia en nuestra casuística, no obstante, no es posible concluir si éste sea el agente fúngico más común en la península.¹² Por otro lado, la presencia de hongos melanizados sí resultó predominante en nuestro estudio con respecto a los hongos hialinos, como se ha reportado en otras publicaciones.^{11,12,14}

La península de Yucatán tiene clima cálido subhúmedo en 84.5% de su territorio, con temporada de lluvias de junio a octubre, precipitación pluvial promedio de 1 100 mm³ y temperatura mínima promedio de 16 °C y máxima de 36 °C (aunque en años recientes ésta se ha visto rebasada, llegando incluso a los 41 °C), con media de 26 a 28 °C; mientras que hacia el norte del estado de Yucatán (en las proximidades a la zona costera) el clima es cálido-semiseco, que conforma el porcentaje restante, y aunque los agentes causales de esta enfermedad tienen variaciones en sus distribuciones geográficas que dependen del clima y la vegetación, las condiciones descritas, aunadas al predominio de euforbiáceas y flora templada xerófila, crean el entorno ambiental óptimo para el desarrollo de los agentes causales,^{23,24} de los cuales llama un poco la atención que los actinomicetos, en especial *Nocardia*, que fue el más común (64.30% de todos los microorganismos documentados), haya tenido una distribución prácticamente equitativa en el territorio de la península, ya que se observó casi con la misma densidad en zonas selváticas y en áreas semiáridas y costeras, e incluso en entornos suburbanos, contrario a lo clásicamente descrito respecto de su hábitat;¹ no sucede lo mismo con los aislados de *Actinomadura*, mismos que correspondieron a la paciente de Oaxaca y a personas de Tizimín, que se encuentra en una zona ligeramente semiárida del estado (salvo un caso, proveniente de Chumayel, ubicado en la región selvática).

La presencia de estos microorganismos se puede explicar mejor debido al tipo de suelo propio del territorio peninsular, el cual comprende cuatro tipos: litosoles (muy pedregosos y delgados), rendzina, akalchés (suelos que bordean aguadas o que corresponden a antiguas aguas azolvadas) y ya'axhom (cambisoles, nitosoles y luvisoles), que son suelos con una capa de tierra de hasta dos metros de profundidad, prácticamente libres de piedras.²⁵ Estas características orográficas se comparten de manera parcial con los estados de Nuevo León, Coahuila, San Luis Potosí y Tamaulipas. Cárdenas de la Garza y colaboradores han estudiado estos suelos y los patógenos que en ellos se desarrollan, y encontraron que tienen en común el tipo de suelo (litosol), mismo que es el predominante en nuestro territorio y de donde provenía la mayoría de los casos de micetoma causado por *Nocardia* reportados por estos autores¹³ (figura 3).

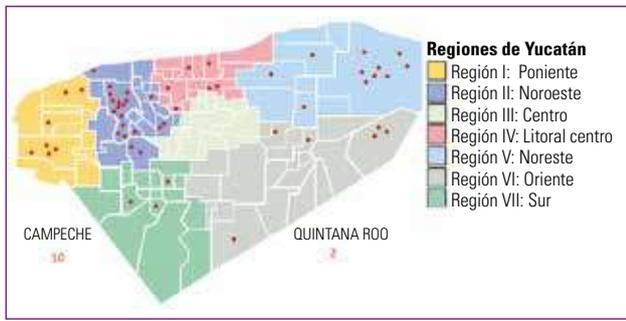


Figura 3. Frecuencia de actinomictomas por región en Yucatán.

Por su parte, los eumictetos tuvieron una distribución predominante en la zona selvática del estado, sólo se encontró un caso fuera de esta región, en Dzidzantún (figuras 4 y 5); estos datos se pueden comparar con los reportados por Zijlstra y colaboradores, quienes mencionan que los eumictetos en general son más propios de zonas lluviosas y húmedas, así como con los obtenidos por Develoux, quien estudió las condiciones climáticas en las que se pueden aislar los eumictetos en una región de África, y encontró aislados frecuentes de *Madurella* sp. en regiones cercanas a las márgenes del río Senegal, suelos lodosos y lugares con humedad y vegetación, mientras que hongos hialinos, como *Neotestudina rosattii*, fueron más comunes en zonas arenosas y áridas. Asimismo, Ganawa y colaboradores informaron una mayor incidencia de eumictomas en pacientes que frecuentan o habitan cerca de las márgenes del río Nilo Azul, en el estado de Senear, en Sudán, observaron que los hongos verdaderos predominan en ecosistemas con suelos arcillosos y que, al mismo tiempo, presentan un mayor desarrollo de especies de *Acacia*, lo cual se puede extrapolar a nuestros resultados.^{9,18,26}

Conclusiones

El micetoma continúa representando un serio problema de salud en países en vías de desarrollo que se localizan dentro del “Cinturón del Micetoma”, en especial para quienes trabajan en el medio rural, pudiendo condicionar discapacidad. Esta enfermedad acarrea complicaciones serias que incluso pueden ser mortales si el tratamiento es inadecuado o no se realiza. Se observó que predominaron los actinomictomas en 91.44%, la gran mayoría por *Nocardia* (93.86%), y en menor proporción *Actinomadura madurae* (6.15%), así como eumictomas en mayor cantidad que la media nacional (8.58%). La topografía corporal más afectada fue el tronco (60%), contrario a lo típicamente comunicado. Se añadieron dos especies nuevas (*N. harenae* y *N. takedensis*) previamente informadas y se presentó un eumictoma mixto por granos negros y blancos.

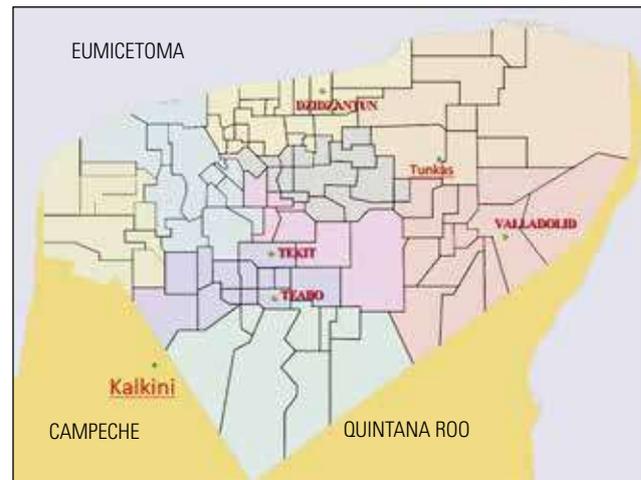


Figura 4. Ubicación de eumictomas en Yucatán de acuerdo con la procedencia de los pacientes.



Figura 5. Micetoma eumicético por *Madurella* sp.

En la península de Yucatán se debe priorizar una mejor educación a los trabajadores de salud de primer contacto, contar con más personal capacitado e infraestructura que ayude a visualizar la magnitud real del problema.

BIBLIOGRAFÍA

- Arenas R y Torres-Guerrero E, *Micología médica ilustrada*, 6ª ed., México, Mc Graw Hill Interamericana, 2019, pp. 141-64.
- Bonifaz A, Tirado-Sánchez A, Calderón L, Saúl A, Araiza J, Hernández M *et al.*, Mycetoma: experience of 482 cases in a single center in Mexico, *PLoS Negl Trop Dis* 2014; 8(8):e3102.
- Tilahun Zewdu F, Getahun Abdela S, Takarinda K, Mberu Kamau E, Van Griensven J y Van Henten S, Mycetoma patients in Ethiopia: case series from Boru Meda Hospital, *J Infect Dev Ctries* 2022; 16(8.1):41s-4.
- Torres-Guerrero E y Niebla-Maldonado A, *Mycetoma. Clinical and microbiological monograph*, Sarrebruck, Scholars' Press, 2015.
- Samy AM, Van de Sande WWJ, Fahal AH y Peterson AT, Mapping the potential risk of mycetoma infection in Sudan and South Sudan using ecological niche modeling, *PLoS Negl Trop Dis* 2014; 8(10):e3250.
- WHO, Addressing the burden of mycetoma, 2016. Disponible en: https://www.who.int/neglected_diseases/mediacentre/WHA_69.21_Eng.pdf?ua=1.
- Kwizera R, Bongomin F, David B, Meya DB, Denning DW, Fahal AH *et al.*, Mycetoma in Uganda: a neglected tropical disease, *PLoS Negl Trop Dis*; 14(4):e0008240.
- Emery D y Denning DW, The global distribution of actinomycetoma and eumycetoma, *PLoS Negl Trop Dis*; 14(9):e0008397.
- Zijlstra EE, Van de Sande WW, Welsh O, Mahgoub ES, Goodfellow M y Fahal AH, Mycetoma: a unique neglected tropical disease, *Lancet Infect Dis* 2016; 16:100-12.
- Van de Sande W, Fahal AH, Ahmed AS, Serrano JA, Bonifaz A y Zijlstra E, Closing the mycetoma knowledge gap, *Med Mycol* 2018; 56:s153-64.
- López-Martínez R, Méndez-Tovar LJ, Bonifaz A, Arenas R, Mayorga J, Welsh O, Vera Cabrera L, Padilla-Desgareñes MC, Contreras-Pérez C, Chávez G, Hernández Hernández F y Manzano-Gayosso P, Actualización de la epidemiología del micetoma en México. Revisión de 3 933 casos, *Gac Med Mex* 2013; 149:586-92.
- Cruz Correa OF, Vega Sánchez DC, Ramírez Hobak L y Arenas Guzmán R, Micetoma. Informe de 174 casos estudiados en 30 años en el Hospital General Dr. Manuel Gea González de la Ciudad de México (1987-2017), *DCMQ* 2018; 16(4):263-7.
- Cárdenas de la Garza JA, Welsh O, Cuéllar-Barboza A, Suárez-Sánchez KP, Cruz Gómez LG, De la Cruz-Valadez E *et al.*, Climate, soil type, and geographic distribution of actinomycetoma cases in Northeast Mexico: a cross-sectional study, *PLoS One* 2020; 15(5):e0232556.
- Hassan R, Deribe K, Fahal AH, Newport M y Bakhiet S., Clinical epidemiological characteristics of mycetoma in Eastern Sennar locality, Sennar State, Sudan, *PLoS Negl Trop Dis* 2021; 15(12):e0009847.
- Dubey N, Capoor MR, Hassan AS, Gupta A, Ramesh V, Sharma S, Singh A, Rudramurthy SM y Chakrabarti A, Epidemiological profile and spectrum of neglected tropical disease eumycetoma from Delhi, North India, *Epidemiology and Infection* 2019; 147:e294:1-8.
- Fahal A, Mahgoub ES, El Hasan AM *et al.*, A new model for management of mycetoma in the Sudan, *PLoS Negl Trop Dis* 2014; 8:e3271.
- Nenoff P, Van de Sande WWJ, Fahal AH, Reinel D y Schöfer H, Eumycetoma and actinomycetoma: an update on causative agents, epidemiology, pathogenesis, diagnostic and therapy, *J EADV* 2015. DOI: 10.1111/jdv.13008.
- Hassan R, Simpson H, Cano J, Bakhiet S, Ganawa E, Argow D, Newport MJ, Deribe K y Fahal AH, Modelling the spatial distribution of mycetoma in Sudan, *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2021; 115:1144-52.
- Kresch-Tronik N, Carrillo-Casas EM, Arenas R, Atoche C, Ochoa-Carrera LA, Xicohtencatl-Cortés J, Manjarrez-Hernández A y Hernández-Castro R, *Nocardia harenae*, an uncommon causative organism of mycetoma: report on two patients, *Journal of Medical Microbiology* 2012; 61:1153-5.
- Seo JP y Lee SD, *Nocardia harenae* sp. nov., an actinomycete isolated from beach sand, *Int J Syst Evol Microbiol* 2006; 56:2203-7.
- Kresch-Tronik NS, Carrillo-Casas EM, Arenas R, Atoche C, Del Río-Ávila C, Ochoa-Carrera LA, Xicohtencatl-Cortés J, Leyva-Leyva M y Hernández-Castro R, First case of mycetoma associated with *Nocardia takedensis* (Letters to the Editor), *Int J Dermatol* 2012; 135-6.
- Estrada R, Chávez-López G, Estrada-Chávez G y Hay R. Mycetoma and the Community Dermatology Program, Mexico, *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2021; 115:383-6.
- Atoche-Diéguez CE, Torres-Guerrero E, López-González R y Arenas R, Panorama epidemiológico de la cromoblastomycosis en el Centro Dermatológico de Yucatán, *Dermatol Rev Mex* 2016; 60(6):459-6.
- <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/yuc/territorio/clima>.
- Morales JJ, *La península que surgió del mar*, 1ª ed., México, pp. 10-6.
- Ganawa ETS, Bushara MA, Musa AEA, Bakhiet SM y Fahal AH, Mycetoma spatial geographical distribution in the Eastern Sennar locality, Sennar State, Sudan, *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2021; 115:375-82.