

Informe final* del Proyecto ME008

Síndrome de nariz blanca: Una zoonosis emergente que amenaza los quirópteros de México*

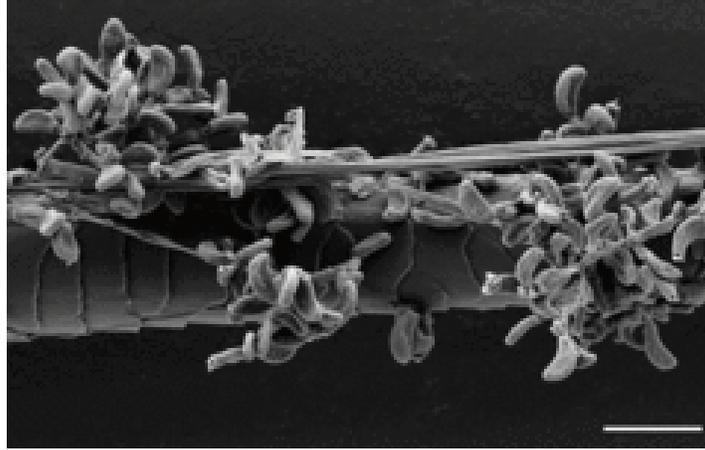
Responsable:	Dr. Víctor Sánchez Cordero Dávila
Institución:	Universidad Nacional Autónoma de México
Correo electrónico:	victor@ib.unam.mx
Teléfono/Fax:	55-5622-9147
Fecha de inicio:	29-Enero-2016
Fecha de término:	1-Noviembre-2021
Principales resultados:	Base de datos, informe final, Fichas.
Forma de citar** el informe final y otros resultados:	Sánchez-Cordero, V. Rodríguez-Moreno, A., Gutiérrez- Granados, G. y Castellanos Moguel, J. 2021. Método de Evaluación de Riesgo para <i>Pseudogymnoascus destructans</i> . en: Síndrome de nariz blanca: Una zoonosis emergente que amenaza los quirópteros de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Informe final SNIB-CONABIO. Proyecto No. ME008. Ciudad de México.

Resumen:

El síndrome de la nariz blanca (SNB) provocado por el hongo (*Pseudogymnoascus destructans* antes en género *Geomyces*) es una enfermedad con altas mortalidades que afecta murciélagos insectívoros que hibernan. Es llamado así por su manifestación física alrededor, principalmente, de la nariz de diversas especies de murciélagos. El contagio del SNB es por contacto directo entre murciélagos, aunque el hombre es un vector potencial ya que trasporta las esporas del hongo de cueva en cueva. En México no existe ninguna información sobre este síndrome. Sin embargo, es altamente probable que ingrese al país dado que existen las condiciones ambientales para que se dé la infección. El presente proyecto plantea la creación de modelos de nicho ecológico para determinar los sitios donde potencialmente existan en México las condiciones ambientales para el desarrollo del hongo. Además, propone una caracterización de las cuevas seleccionadas a través del modelado de nicho ecológico y de la comunidad de murciélagos que habiten estas. Adicionalmente se modelarán las especies *M. albescens* y *M. carteri* incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

Pseudogymnoascus destructans (Blehert & Gargas) Minnis & D.L. Lindner, 2013



Pseudogymnoascus destructans
Foto: Gudrun Wibbelt *et al.* Fuente: Wikimedia.

El síndrome de la nariz blanca (SNB) provocado por el hongo *Pseudogymnoascus destructans* es una enfermedad con altas mortalidades que afecta murciélagos insectívoros que hibernan. Es llamado así por su manifestación física alrededor, principalmente, de la nariz de diversas especies de murciélagos (Blehert *et al.* 2009). El contagio del SNB es por contacto directo entre murciélagos, aunque el hombre es un vector potencial ya que transporta las esporas del hongo de cueva en cueva (Langwig *et al.*, 2012).

Información taxonómica

Reino:	Fungi
Phylum:	Ascomycota
Clase:	Leotiomycetes
Orden:	<i>Incertae sedis (inc. sed.)</i>
Familia:	Myxotrichaceae
Género:	<i>Pseudogymnoascus</i>
Nombre científico:	<i>Pseudogymnoascus destructans</i> (Blehert & Gargas) Minnis & D.L. Lindner, 2013

Nombre común: Pd

Sinónimos: *Geomyces destructans*

Valor de invasividad: 0.6625

Categoría de riesgo: Muy alto

Descripción de la especie

Este género produce esporas pequeñas unicelulares, ovaladas o en forma de pera en conidióforos. Se reproducen mediante propágulos que se dispersan por el viento, agua o animales para formar nuevas masas de hongos (Hayes, 2012). Este hongo crece óptimamente a temperaturas de la hibernación de murciélagos, tiempo durante el que se cree que dichos animales tienen respuestas inmunológicas más bajas lo que los podría predisponer a infecciones por este hongo (Kubatova *et al.* 2011). Las especies de este género tienden a ser queratinófilos y psicrófilos (amantes del frío), son tolerantes a la sal y pueden utilizar la celulosa como alimento. Los hongos *Pseudogymnoascus* sobreviven en ambientes polares como propágulos durmientes que crecen y se reproducen cuando se introduce nueva materia orgánica al ecosistema. *Pseudogymnoascus destructans* tiene un potencial de adaptación muy amplio y es capaz de sobrevivir en diversos ambientes terrestres y posiblemente acuático y marino (Hayes, 2012).

Distribución original

Existe evidencia de la presencia de *P. destructans* en Europa desde hace décadas sin mortalidad asociada lo cual es consistente con una distribución endémica europea y una co-evolución de hospedero patógeno (Leopardi *et al.* 2015)

Estatus: Exótica no presente en México

Hasta el momento no existe un estudio (publicado) que haya intentado documentar la presencia del hongo en México. Sin embargo, 1) la ruta de dispersión de la enfermedad presenta un patrón de avance hacia México. 2) En México compartimos especies de murciélagos que han sido reportadas como positivas al SNB en Norteamérica, como es el caso de los myotidos y *Eptesicus fuscus* y 3) Los ambientes abióticos donde el SNB se ha documentado en Norteamérica pueden ser encontrados en México. Dado lo anterior existe un potencial de riesgo de presencia del hongo sólo que probablemente no ha sido documentada (Blehert *et al.* 2009 & USFWS, 2011).

¿Existen las condiciones climáticas adecuadas para que la especie se establezca en México? **Sí**

Partes medias y altas Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental y Eje Volcánico transversal.

1. Reporte de invasora

Especie exótica invasora: Es aquella especie o población que no es nativa, que se encuentra fuera de su ámbito de distribución natural, que es capaz de sobrevivir, reproducirse y establecerse en hábitats y ecosistemas naturales y que amenaza la diversidad biológica nativa, la economía o la salud pública (LGVS, 2010).

Alto: Reporte de invasión o de impactos documentados en varios países, o en un país vecino o **un país que tenga comercio con México.**

Existe reporte de invasión de esta especie del continente Europeo a Norteamérica (Canadá y EU). La especie es capaz de sobrevivir, reproducirse y establecerse en hábitats y ecosistemas naturales y amenaza la diversidad biológica nativa y la economía (Blehert *et al.*, 2009; Puechmaille *et al.*; 2011; Chaturvedi *et al.* 2010; Verant 2012; Foley *et al.* 2011; Warnecke *et al.* 2012; Boyles *et al.* 2011; Verant *et al.* 2012; Foley *et al.* 2011; Warnecke *et al.* 2012; Boyles *et al.* 2011).

2. Relación con taxones cercanos invasores

Evidencia documentada de invasividad de una o más especies **con biología similar** a la de la especie que se está evaluando. Las especies invasoras pueden poseer características no deseadas que no necesariamente tienen el resto de las especies relacionadas taxonómicamente.

Se desconoce: No hay información comprobable.

3. Vector de otras especies invasoras

La especie tiene el potencial de transportar otras especies invasoras (es un vector) o patógenos y parásitos de importancia o impacto para la vida silvestre, el ser humano o actividades productivas (por ejemplo aquí se marca si es vector de rabia, psitacosis, virus del Nilo, cianobacterias, etc.).

Se desconoce: No hay información comprobable.

4. Riesgo de introducción

Probabilidad que tiene la especie de llegar al país o de que continúe introduciéndose en caso de que ya haya sido introducida. Destaca la importancia de la vía o el número de vías por las que entra la especie al territorio nacional. Interviene también el número de individuos y la frecuencia de introducción.

Alto: Evidencia de que la especie tiene una alta demanda o tiene la posibilidad de entrar al país (o a nuevas zonas) por una o más vías; el número de individuos que se introducen es considerable; hay pocos individuos con una alta frecuencia de introducción o se utiliza para actividades que fomentan su dispersión o escape. Las medidas para evitar su entrada son poco conocidas o poco efectivas.

El hongo puede ser introducido al país a través de dos vías 1) de manera natural por las diferentes especies de murciélagos que comparten distribución en Norteamérica, principalmente myotidos. 2) de manera incidental a través del transporte de esporas en la ropa y zapatos en personas que realizan espeleología o actividades económicas asociadas a cuevas. Hasta el momento no hay publicadas en México medidas para evitar la entrada del hongo. Sin embargo, se podrían implementar algunos de los puntos de control sugeridos por el National Wildlife Health Center buscando reducir la probabilidad de contagio (USGS, 2014; U.S Fish and Wildlife Service, 2011; Szymanski *et al.* 2009).

5. Riesgo de establecimiento

Probabilidad que tiene la especie de reproducirse y fundar poblaciones viables en una región fuera de su rango de distribución natural. Se toma en cuenta la disponibilidad de medidas para atenuar los daños potenciales.

Muy Alto: Evidencia de que más de una población de la especie se ha establecido exitosamente y es autosuficiente en al menos una localidad fuera de su rango de distribución nativa, y se está incrementando el número de individuos. Especies con reproducción asexual, hermafroditas, especies que puedan almacenar los gametos por tiempo prolongado, semillas, esporas o quistes de invertebrados que permanecen latentes por varios años. No hay medidas de mitigación.

Existe evidencia documentada de que la especie ha establecido exitosamente con más de una población autosuficiente en Norteamérica (Canadá y EU) fuera de su rango de distribución nativa (EUROPA). Además presenta reproducción asexual y

las esporas se mantienen viables en diferentes condiciones ambientales. No hay medidas de mitigación (Verant *et al.* 2012; Foley *et al.*, 2011; Lorch *et al.*, 2011, Warnecke *et al.* 2012; USFWS, 2011).

6. Riesgo de dispersión

Probabilidad que tiene la especie de **expandir su rango geográfico** cuando se establece en una región en la que no es nativa. Este indicador toma en cuenta la disponibilidad de medidas para atenuar los daños potenciales.

Muy Alto: Evidencia de que la especie es capaz de establecer nuevas poblaciones autosuficientes en poco tiempo y lejos de la población original o es capaz de extenderse rápidamente en grandes superficies, lo que le permite colonizar nuevas áreas relativamente rápido, por medios naturales o artificiales. No se cuenta con medidas para su mitigación.

Existe evidencia documentada de que *Pseudogymnoascus destructans* ha aumentado su distribución dentro de Europa (posible origen) a Norteamérica (Canadá y EU) donde se ha expandido rápidamente colonizando diferentes cuevas y minas. Además de que hay especies comunes de murciélagos infectadas entre EU y México. Se inicia con medidas de mitigación (Puechmaille *et al.* 2011; USFWS, 2011; USGS, 2014, WNS response partners, 2014).

7. Impactos sanitarios

Impactos a la salud humana, animal y/o vegetal causados **directamente por la especie**. Por ejemplo, si la especie es venenosa, tóxica, causante de alergias, especie parasitoide o si la especie en sí es el factor causal de una enfermedad (la especie evaluada es un virus, bacteria, etc.). En caso de especies que sean portadoras de plagas y otras especies causantes de enfermedades, la información se menciona en la **pregunta 3**. Si estas plagas son de importancia económica o social, entonces se incluye en la sección de impactos correspondiente.

Muy Alto: Existe evidencia de que la especie misma provoca, o puede provocar, afectaciones a la salud animal, humana, y/o plantas. Causa afectaciones severas a gran escala y afecta especies nativas o en alguna categoría de riesgo (IUCN, NOM-059).

Existe evidencia documentada de que esta especie de hongo puede provocar daños o afectaciones en varias especies de murciélagos, afectándolos en sus

tasas metabólicas lo que afecta el metabolismo de las grasas acortando el período de hibernación produciendo altas mortalidades. Dado que los murciélagos infectados son principalmente insectívoro puede existir un impacto directo en la economía. Además cinco especies en México del género *Myotis* están enlistadas en la NOM-059: *Myotis albescens*, *M. evotis*, *M. carteri*, *M. planiceps*, *M. vivesi* (Cutler *et al.*, 2006; Justin *et al.*, 2011; Jones *et al.* 2009; Anthony & Kunz, 1977).

8. Impactos económicos y sociales

Describe los impactos a la economía y al tejido social. Considera el incremento de costos de actividades productivas, daños a la infraestructura, pérdidas económicas por daños o compensación de daños, pérdida de usos y costumbres, desintegración social, etc.

Muy Alto: Existe evidencia de que la especie provoca, o puede provocar, la inhabilitación irreversible de la capacidad productiva para una actividad económica determinada en una región (unidad, área de producción o área de influencia). No existe ningún método eficiente para su contención o erradicación.

Existe evidencia documentada del impacto benéfico de los quirópteros en el control de plagas en la agricultura. Por ejemplo, se ha documentado que una sola colonia de 150 individuos de *Eptesicus fuscus* es capaz de consumir 1.3 millones de insectos considerados plaga al año. Asimismo, el murciélago (*Myotis*), actúa como controlador natural de plagas y se ha estimado que este servicio tiene un valor de hasta 54 mil millones de dólares por año. Aunado a esto, los murciélagos favorecen procesos de polinización de diversas especies de importancia económica como son los agaves. Así, la presencia de *Pseudogymnoascus destructans* produce altas mortalidades en especies de murciélagos (insectívoros) infectados comunes entre EU y México que potencialmente impactará el papel y sus beneficios económicos de estos mamíferos (Brooks, 2011; Kunz *et al.* 2011, Blehert & Meteyer 2011; Gurr *et al.* 2011; Boyles *et al.* 2011; Fisher *et al.* 2012).

9. Impactos al ecosistema

Describe los impactos al ambiente; se refiere a cambios físicos y químicos en agua, suelo, aire y luz.

Se desconoce: No hay información.

10. Impactos a la biodiversidad

Describe los impactos a las comunidades y especies; por ejemplo, mediante herbivoría, competencia, depredación e hibridación.

Alto: Existe evidencia de que la especie tiene alta probabilidad de producir descendencia fértil por hibridación o provoca cambios reversibles a largo plazo (> de 20 años) a la comunidad (cambios en las redes tróficas, competencia por alimento y espacio, cambios conductuales) o causa afectaciones negativas en el tamaño de las poblaciones nativas.

Existe evidencia de que la especie representa un riesgo ya que causa afectaciones negativas en el tamaño de las poblaciones de murciélagos que son infectados. Asimismo, puede afectar las redes de interacción ecológica (depredador-presa), produciendo un desequilibrio en los ecosistemas. Se ha documentado la presencia del SNB aumenta la probabilidad de los murciélagos infectados a ser depredados. Por ejemplo, el género *Myotis* por mapaches. Además de que el grupo que principalmente ha sido afectado son los Myotidos de los cuales en México hay 5 sp enlistados bajo alguna categoría de riesgo (Blehert & Meteyer 2011; Puechmaille *et al.* 2011; Chaturvedi *et al.* 2010; Verant *et al.* 2012; Foley *et al.* 2011; Warnecke *et al.* 2012; Boyles *et al.* 2011; Hallam & McCracken 2011; Brooks, 2011; Kunz *et al.* 2011; McAlpine *et al.* 2011).

REFERENCIAS

Anthony, E. L., & Kunz, T. H. (1977). Feeding strategies of the little brown bat, *Myotis lucifugus*, in southern New Hampshire. *Ecology*, 775-786.

Blehert, D. S., & Meteyer, C. U. (2011, September). Bat white-nose syndrome in North America. In *Fungal Diseases: An Emerging Threat to Human, Animal, and Plant Health: Workshop Summary* (p. 167). National Academies Press.

Blehert, D. S., Hicks, A. C., Behr, M., Meteyer, C. U., Berlowski-Zier, B. M., Buckles, E. L., & Stone, W. B. (2009). Bat white-nose syndrome: an emerging fungal pathogen?. *Science*, 323(5911), 227-227.

Boyles, J. G., Cryan, P. M., McCracken, G. F., & Kunz, T. H. (2011). Economic importance of bats in agriculture. *Science*, 332(6025), 41-42.

Brooks, R. T. (2011). Declines in summer bat activity in central New England 4 years following the initial detection of white-nose syndrome. *Biodiversity and Conservation*, 20(11), 2537-2541.

Chaturvedi, V., Springer, D. J., Behr, M. J., Ramani, R., Li, X., Peck, M. K. & Chaturvedi, S. (2010). Morphological and molecular characterizations of psychrophilic fungus *Geomyces destructans* from New York bats with white nose syndrome (WNS). *PLoS One*, 5(5), e10783.

Cutler J. Cleveland, Margrit Betke, Paula Federico, Jeff D. Frank, Thomas G. Hallam, Jason Horn, Juan D. López Jr, Gary F. McCracken, Rodrigo A. Medellín, Arnulfo Moreno-Valdez, Chris G. Sansone, John K. Westbrook, and Thomas H. Kunz. 2006. Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas. *Frontiers in Ecology and the Environment*, June, Vol. 4, No. 5 : 238-243

Fisher, M. C., Henk, D. A., Briggs, C. J., Brownstein, J. S., Madoff, L. C., McCraw, S. L., & Gurr, S. J. (2012). Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health. *Nature*, 484(7393), 186-194.

Foley, J., Clifford, D., Castle, K., Cryan, P., & Ostfeld, R. S. (2011). Investigating and Managing the Rapid Emergence of White-Nose Syndrome, a Novel, Fatal, Infectious Disease of Hibernating Bats. *Conservation Biology*, 25(2), 223-231.

Gareth Jones, David S. Jacobs, Thomas H. Kunz, Michael R. Willig, Paul A. Racey 2009 Carpe noctem: the importance of bats as Bioindicators. *Endangered species research* 8: 93–115

Gurr, S., Samalova, M., & Fisher, M. (2011). The rise and rise of emerging infectious fungi challenges food security and ecosystem health. *Fungal Biology Reviews*, 25(4), 181-188.

Hallam, T. G., & McCracken, G. F. (2011). Management of the Panzootic White-Nose Syndrome through Culling of Bats. *Conservation Biology*, 25(1), 189-194.

Hayes, M. A. 2012. *BioScience*. The Geomyces Fungi: Ecology and Distribution. 62: 9 pp 819-823

Justin G. Boyles, Paul M. Cryan, Gary F. McCracken, and Thomas H. Kunz 2011 Economic Importance of Bats in Agriculture Science Vol. 332 no. 6025 pp. 41-42

Kubatova, A., Kouykol, O., Novakova, A. 2011. *Geomyces destructans*, phenotypic features of some Czech isolates. – *Czech Mycol.* 63(1): 65–75.

Kunz, T. H., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T. and Fleming, T. H. (2011), Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223, 1–38.

Langwig K.E., Frick W.F., Bried J.T., Hicks A.C., Kunz T.H. y Marm Kilpatrick A. 2012. Sociality, density-dependence and microclimates determine the persistence of populations suffering from a novel fungal disease, white-nose syndrome. *Ecology Letters* 15:1050-1057.

Leopardi, S., Blake, D., Puechmaille, S. J. 2015. White-Nose Syndrome fungus introduced from Europe to North America. 25: 6 217-219.

Ley General de Vida Silvestre (LGVS). 2010. Nueva ley publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 3 de julio de 2000. Última reforma publicada DOF 06-04-2010.

Lorch, J. M., Meteyer, C. U., Behr, M. J., Boyles, J. G., Cryan, P. M., Hicks, A. C. & Blehert, D. S. (2011). Experimental infection of bats with *Geomyces destructans* causes white-nose syndrome. *Nature*, 480(7377), 376-378.

McAlpine, D. F., Vanderwolf, K. J., Forbes, G. J., & Malloch, D. (2011). Consumption of bats (*Myotis* spp.) by Raccoons (*Procyon lotor*) during an outbreak of white-nose syndrome in New Brunswick, Canada: implications for estimates of bat mortality. *The Canadian Field-Naturalist*, 125(3), 257-260.

Puechmaille, S. J., Frick, W. F., Kunz, T. H., Racey, P. A., Voigt, C. C., Wibbelt, G., & Teeling, E. C. (2011). White-nose syndrome: is this emerging disease a threat to European bats?. *Trends in ecology & evolution*, 26(11), 570-576.

Szymanski, Jennifer A., Runge M. C., Parkin, M. J. and Armstrong , M. 2009. White nose syndrome management: Report on Structured Decision Making. U.S Fish and Wildlife Service and State Natural Resource Agencies.

U.S. Fish and Wildlife Service. 2011. A National Plan for Assisting States, Federal Agencies, and Tribes in Managing White-Nose syndrome in Bats. U.S. Department of Agriculture Animal and Plant Health Inspection Service, Forest Service U.S. Department of Defense, Department of the Army - Corps of Engineers and U.S. Department of the Interior

USGS, 2014. National Wildlife Health Center. White nose Syndrome. http://www.nwhc.usgs.gov/disease_information/white-nose_syndrome/ consultado el 13 de febrero de 2014

Verant, M. L., Boyles, J. G., Waldrep Jr, W., Wibbelt, G., & Blehert, D. S. (2012). Temperature-dependent growth of *Geomyces destructans*, the fungus that causes bat white-nose syndrome. *PloS one*, 7(9), e46280.

Warnecke, L., Turner, J. M., Bollinger, T. K., Lorch, J. M., Misra, V., Cryan, P. M. & Willis, C. K. (2012). Inoculation of bats with European *Geomyces destructans* supports the novel pathogen hypothesis for the origin of white-nose syndrome. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(18), 6999-7003.

WNS response partners, 2014. A Coordinated Response to the Devastating Bat Disease. Consultado 13 de febrero de 2014 en <http://whitenosesyndrome.org/>