

Panorama epidemiológico de las mordeduras por serpiente venenosa en el estado de Yucatán, México (2003-2012)

Carlos Yañez-Arenas^{1*}, Arturo Yañez-Arenas² y Daly Martínez-Ortíz³

¹Laboratorio de Biología de la Conservación, Unidad Académica de Yucatán, Universidad Nacional Autónoma de México; ²Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán; ³Programa de Zoonosis, Servicios de Salud de Yucatán (SSY). Yucatán, México

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar los patrones geográficos y temporales del ofidismo en el estado de Yucatán, ya que a la fecha no existe información publicada al respecto. Se obtuvieron todos los casos de accidentes ofídicos en la región para el periodo 2003-2012 a partir del Programa de Zoonosis de los Servicios de Salud de Yucatán (SSY). Se contabilizaron un total de 821 casos y una incidencia de 41.9 accidentes por cada 100,000 habitantes. Anualmente, el promedio de casos e incidencia fue de 82.1 y 4.1 (accidentes/100,000 habitantes), respectivamente. El mayor número de mordeduras por serpiente se produjo en 2005, mientras que en 2003 se registró la menor cantidad. Geográficamente, se observó un gran contraste en el número de accidentes ofídicos entre los municipios, algunos de ellos alcanzando niveles sumamente altos de incidencia. Esta variación geográfica puede ser consecuencia de factores como la distribución y abundancia de las serpientes venenosas por un lado, y aspectos como la densidad poblacional y las actividades laborales de las comunidades humanas por otro. Este estudio ayudará a las autoridades y dependencias de salud a conocer preliminarmente la magnitud del ofidismo en el estado de Yucatán y desarrollar mejores estrategias para mitigarlo.

PALABRAS CLAVE: Serpientes venenosas. Mordedura de serpiente. Ofidismo. Yucatán.

Abstract

No information has been yet published on the epidemiological panorama of snakebite in the state of Yucatan. The aim of this study was to evaluate the geographic and temporal patterns of this problem in the state. Snakebite data was obtained from the Program of Zoonosis of the Health Services of Yucatan between 2003 and 2012. A total of 821 snakebite cases and an incidence of 41.9 accidents/100,000 inhabitants were recorded during this period. The annual average cases and incidence were 82.1 and 4.1 (bites/100,000 inhabitants), respectively. The highest number of snakebites occurred in 2005, while in 2003 the lowest number was recorded. Geographically, we observed a great disparity between municipalities, some of them reaching very high levels of incidence. This geographical variation may reflect the distribution and abundance of venomous snakes on one hand, and human population densities and their activities on the other. This study will help health authorities to know preliminarily the magnitude of snakebites in Yucatan and improving strategies to mitigate it. (Gac Med Mex. 2016;152:568-74)

Corresponding author: Carlos Yañez-Arenas, lichoso@gmail.com

KEY WORDS: Venomous snakes. Snakebite. Ophidism. Yucatan.

Correspondencia:

*Carlos Yañez-Arenas
E-mail: lichoso@gmail.com

Fecha de recepción: 21-07-2015
Fecha de aceptación: 24-07-2015

Introducción

El ofidismo es considerado por la Organización Mundial de la Salud como una enfermedad desatendida, a pesar de su alta incidencia, el número de muertes que provoca y las secuelas funcionales graves y permanentes que pueden desarrollarse en los individuos afectados¹⁻³. Estimaciones globales recientes sugieren que la magnitud del problema es considerablemente mayor a lo reportado por las dependencias de salud, especialmente en países tropicales en desarrollo^{2,4}. De acuerdo con Chippaux (2008)⁵, en el mundo podrían estar ocurriendo anualmente hasta 5.5 millones de casos de mordeduras por serpiente venenosa, de los cuales 2.5 millones podrían tratarse de envenenamientos, dejando alrededor de 125 mil muertes. Por otro lado, Kasturiratne, et al.⁶ estimaron que los totales globales anuales de envenenamientos podrían oscilar entre 421 mil a 1.8 millones de casos, y las muertes de 20 a 94 mil. En México, hasta 1995 se reportaron 27,500 accidentes anuales con 136 defunciones⁷. Mientras que en el periodo de 2003-2006 se registraron 14,858 casos y un promedio anual de 3,714.5 incidentes⁸.

Las mordeduras por serpiente venenosa en el estado de Yucatán son menos frecuentes en comparación con otras regiones de México (p. ej., en el periodo 2003-2006 se registraron 335 accidentes, mientras que en estados como Puebla, Hidalgo, San Luis Potosí, Veracruz y Oaxaca se reportaron más de mil casos de mordeduras⁸). No obstante, las complicaciones médicas derivadas de estos accidentes pueden ser severas ya que en el estado se distribuyen especies de gran tamaño y cuyo veneno es altamente tóxico como la víbora de cascabel tropical yucateca –*Crotalus tzabcan*⁹– y la nauyaca –*Bothrops asper*¹⁰⁻¹²–. Esta última ocasiona la mayoría de los accidentes en las regiones húmedas tropicales de México, en América Central y el norte de Sudamérica, ya que es una especie bastante irritable e impredecible que puede alcanzar los 250 cm^{12,13}. Otra especie venenosa, de importancia médica, que ocurre en el estado es el cantil yucateco –*Agkistrodon russeolus*¹⁴–, ya que aunque es de menor tamaño que las anteriores, es relativamente común y de acuerdo con diversos autores también tiene un temperamento irritable¹⁰.

La víbora hocico de cerdo yucateca –*Porthidium yucatanicum*– y la coralillo –*Micruurus diastema*– completan la lista de serpientes venenosas en el estado. No obstante, se considera que estas son responsables

de muchos menos accidentes que las mencionadas en el párrafo anterior. La primera debido a que es una especie poco común en el estado (aunque parece ser abundante localmente en los alrededores de Pisté¹⁰) y que posee una distribución restringida (de hecho es endémica en la Península de Yucatán¹⁵), y la segunda debido a que por sus características biológicas su mordida es usualmente accidental¹⁶, ya que frecuenta sitios ocultos y es poco agresiva^{10,15}.

El objetivo del presente trabajo es aportar información actualizada sobre el panorama epidemiológico del ofidismo en el estado de Yucatán, ya que la única información con la que se cuenta a la fecha es el trabajo mencionado previamente de González-Rivera, et al.⁸, quienes únicamente reportan cifras totales para el estado en el periodo 2003-2006. Acá reportamos los casos y la tasa de incidencia de mordeduras por serpiente venenosa para cada municipio de Yucatán para describir la variación geográfica, y analizamos temporalmente este fenómeno en un periodo de 10 años (2003-2012). Finalmente, discutimos los factores potenciales determinantes de accidentes ofídicos en esta región y proponemos algunas líneas de investigación y estrategias que podrían implementarse para mitigar este problema.

Métodos

La información de los casos de mordedura por serpiente venenosa en el estado de Yucatán fue proporcionada por la Coordinación Estatal del Programa de Zoonosis de los SSY. Los datos abarcan un periodo temporal de diez años (2003-2012), y están agrupados por municipio.

Se calcularon las tasas de incidencia en el estado (suma de los casos de todos los municipios dividida por la población total de Yucatán por cada 100,000 habitantes), por año y para todo el periodo de análisis, utilizando la progresión de la población suministrada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI; www.inegi.org.mx/). Se analizó su distribución temporal y la de los casos crudos mediante un gráfico combinado de líneas y barras.

Se determinó la distribución geográfica de los accidentes ofídicos incorporándolos, en ArcGIS® 10.2 (©ESRI), a una capa vectorial de los municipios del estado de Yucatán, desarrollada por el INEGI y que contiene el tamaño poblacional de cada municipio. Posteriormente, se utilizó el programa SIGepi v. 1.4, para estimar las tasas suavizadas de incidencia, aplicando un suavizado local con la técnica de media

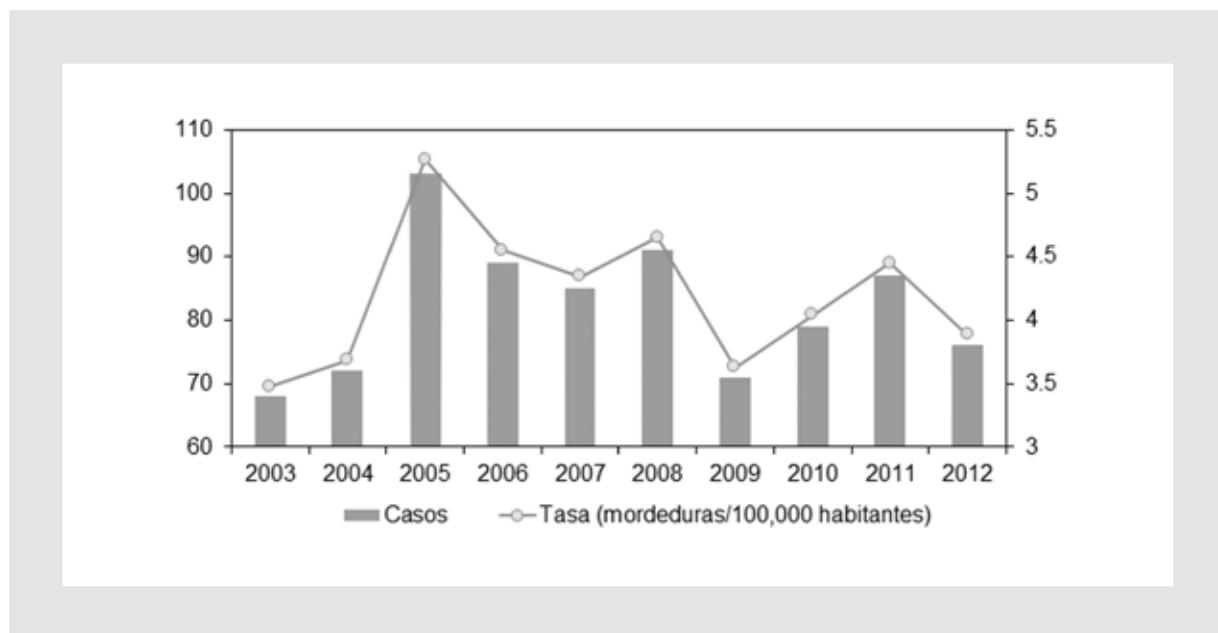


Figura 1. Número de casos y tasa de incidencia (accidentes/100,000 habitantes) de mordeduras por serpiente venenosa durante el periodo 2003-2012 en el estado de Yucatán, México.

móvil con una distancia en vecindad de 10 km (el suavizado tiene la finalidad de disminuir la variabilidad generada por el tamaño poblacional desigual entre municipios). Para estabilización, el cálculo de las tasas municipales se llevó a cabo con la acumulación de la información de los años estudiados^{17,18}.

Resultados

Se obtuvieron un total de 821 casos de mordeduras por serpiente venenosa y una tasa de incidencia de 41.9 accidentes por cada 100,000 habitantes en el estado de Yucatán, entre enero de 2003 y diciembre de 2012. Anualmente, el número de casos y la tasa de incidencia fluctuaron pero en términos relativos se mantuvieron estables (Fig. 1), registrándose en promedio 82.1 mordeduras y 4.1 incidentes por cada 100,000 habitantes. La mayor cantidad de accidentes se observó en 2005, mientras que en 2003 se registró la menor cifra (Fig. 1, Tabla 1).

En el análisis geográfico es importante resaltar a municipios como Xocchel y Mocochá en los que se estimaron tasas de incidencia de más de 3,000 casos de mordedura por cada 100,000 habitantes. En el primero también se registró el mayor número de casos crudos (151), mientras que el segundo se ubica en la tercera posición en este rubro (104). Tzucacab fue el segundo lugar en cantidad de accidentes (124) y cuarto lugar en

Tabla 1. Registros de casos y tasa de incidencia (accidentes/100,000 habitantes) de mordeduras por serpiente venenosa en el estado de Yucatán, México, repartidos por año (2003-2012)

Año	Casos	Tasa
2003	68	3.5
2004	72	3.7
2005	103	5.3
2006	89	4.6
2007	85	4.3
2008	91	4.7
2009	71	3.6
2010	79	4.0
2011	87	4.4
2012	76	3.9

cuanto a tasas (885 casos/100,000 habitantes). En este último rubro solo por debajo de los municipios previamente mencionados, y de Mayapán, en el cual se estimó una tasa de 1,070 casos por cada 100,000 habitantes (Tabla 2).

A partir del análisis geográfico también es posible observar municipios que registraron un elevado núme-

Tabla 2. Municipios del estado de Yucatán, México, con mayor número de casos y con la tasa suavizada (accidentes/100,000 habitantes) más alta de mordeduras por serpiente venenosa (2003-2012)

Municipio	Casos	Municipio	Tasa
Xocchel	151	Xocchel	4,666.3
Tzucacab	124	Mocochá	3,386.5
Mocochá	104	Mayapán	1,070.7
Acanceh	63	Tzucacab	885.0
Kanasín	46	Timucuy	541.5
Timucuy	37	Quintana Roo	530.8
Mayapán	35	Telchac Pueblo	506.0
Progreso	28	Acanceh	410.8
Panabá	22	Panabá	294.9
Telchac Pueblo	18	Ixil	210.4
Akil	14	Dzemul	172.0
Opichén	10	Kopomá	163.3
Teabo	9	Opichén	159.1
Ixil	8	Teabo	145.0
Samahil	7	Samahil	139.8
Dzemul	6	Yaxkukul	139.5
Huhí	6	Akil	135.1
Tixkokob	6	Sinanché	128.0
Quintana Roo	5	Huhí	123.9
Tekax	5	Sudzal	118.4

ro de casos, pero una baja tasa de incidencia. Por ejemplo, Kanasín, Progreso, Tixkokob y Tekax se encuentran entre los veinte municipios con mayor número de casos, pero no están ubicados entre los que tienen las tasas de incidencia más altas. Por otro lado, en Kopomá, Yaxkukul, Sinanché y Sudzal se estimaron tasas de incidencia elevadas a pesar de no presentar tantos casos como otros municipios (Fig. 2).

Discusión

El presente trabajo representa el primer análisis epidemiológico sobre ofidismo en el estado de Yucatán.

Nuestro objetivo principal fue realizar un estudio retrospectivo y de corte longitudinal para describir los patrones temporales y geográficos de este fenómeno.

La única información previamente publicada al respecto corresponde al trabajo de González-Rivera, et al.⁸, quienes realizaron un análisis a escala nacional y reportan para el estado de Yucatán 83.7 mordeduras en promedio de 2003 a 2006, cifra ligeramente superior al promedio (82.1) estimado en nuestro estudio para el periodo 2003-2012. Dichos autores también reportan el total de casos por año y para todo el periodo de estudio (335 casos totales), lo cual nos ha permitido identificar discrepancias con la suma de casos (332) que obtuvimos nosotros para el mismo periodo a partir de la base proporcionada por la Coordinación Estatal del Programa de Zoonosis de los SSY. Estas discrepancias son sutiles, sin embargo indican errores en el registro de esta información, ya sea una sobreestimación en el trabajo de González-Rivera, et al.⁸ u omisión de algunos casos en la base proporcionada por los SSY. Diversos autores han enfatizado que en muchos países tropicales y en vías de desarrollo las cifras oficiales reportadas por las dependencias de salud sobre accidentes ofídicos deben ser tomadas con cautela, ya que en estas regiones las personas que sufren accidentes en comunidades rurales marginadas en muchas ocasiones mueren antes de poder acceder a algún centro de salud, o acuden en primera instancia a curanderos o médicos tradicionales¹⁹⁻²². En Yucatán, a pesar de que la creciente modernización está ejerciendo un fuerte impacto sobre la medicina tradicional, los curanderos hoy en día siguen desempeñando un papel muy importante y necesario dentro de las comunidades curando por medio de plantas medicinales diversas afecciones, entre ellas las mordeduras por serpiente venenosa²³.

A pesar de las limitantes que pudiera haber en las bases y reportes de hospitales y centros de salud, resulta importante utilizar esta información para describir los patrones geográficos y temporales de las mordeduras por serpiente venenosa en esta región como un primer paso para entender la magnitud del problema en el estado y localmente. Por ejemplo, la incidencia estimada para algunos municipios del estado es considerablemente más alta que cualquier municipio del estado de Veracruz²⁴, considerado el segundo con mayor cantidad de accidentes ofídicos en el país²⁵. Específicamente, cuatro municipios en Yucatán tienen tasas de incidencias mayores que la tasa más alta estimada en Veracruz, que es de 541.4 mordeduras por cada 100,000 habitantes. Resaltan

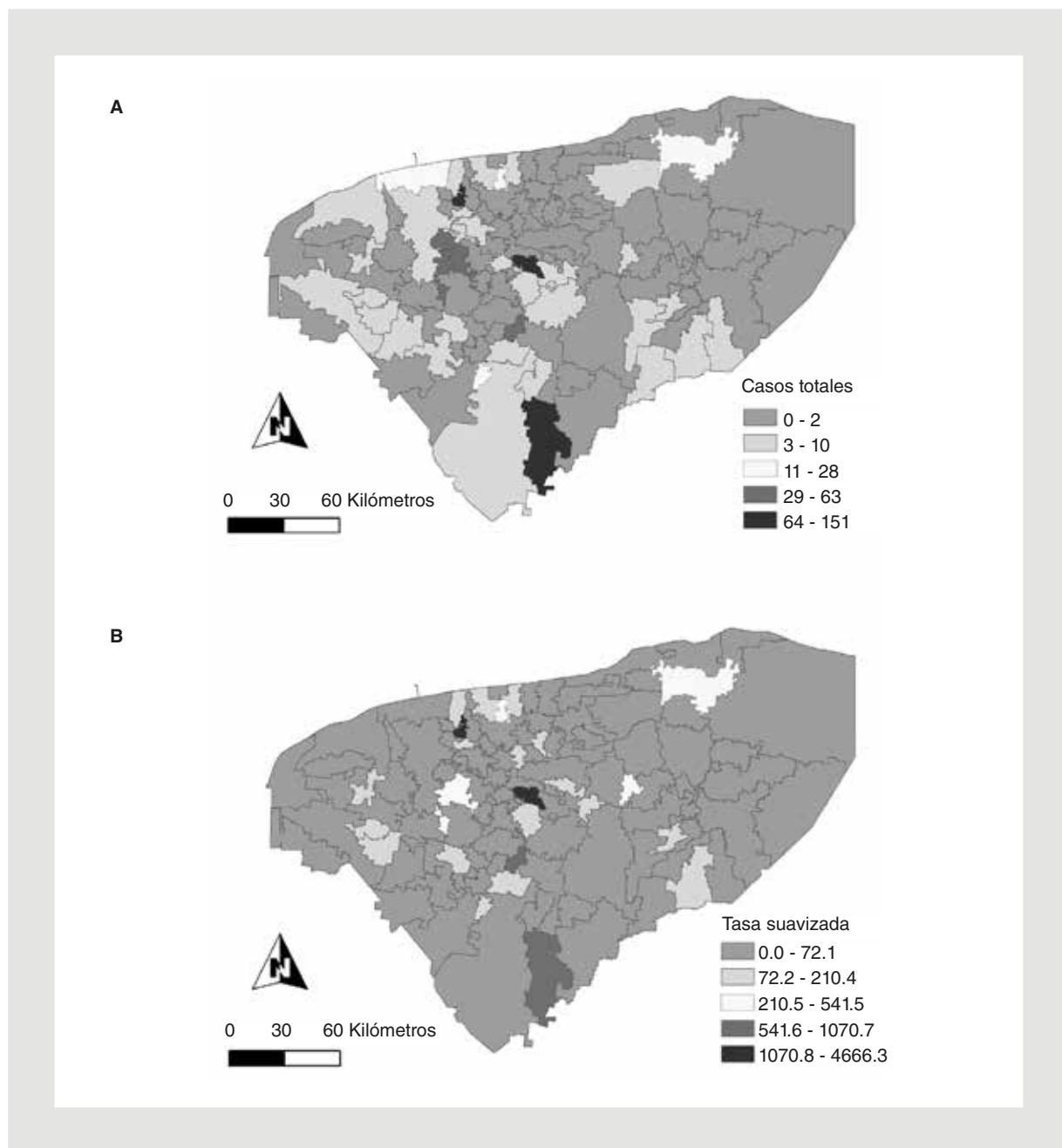


Figura 2. Variación geográfica de los casos (A) y la tasa de incidencia (accidentes/100,000 habitantes) (B) de mordeduras por serpiente venenosa durante el periodo 2003-2012 en el estado de Yucatán, México.

los municipios de Xocchel y Mocochá para los cuales estimamos una tasa aproximadamente ocho y cinco veces mayor, respectivamente, que la más alta reportada para Veracruz, lo cual resulta sorprendente. Tan alta incidencia resulta por la gran cantidad de casos reportados combinada con un tamaño poblacional pequeño, mientras que el elevado número de casos podría ser consecuencia de la interacción de factores como la presencia y abundancia de las especies

de serpientes venenosas, por un lado, y la densidad y actividades de las poblaciones humanas en la región, por otro.

En relación al análisis temporal, en 2005 se registró la mayor cantidad de casos de mordeduras, lo que coincide con el paso por el estado del huracán categoría IV 'Emily', que tocó tierra en las inmediaciones de Tulum, Quintana Roo y después de avanzar sobre la parte noreste de la Península de Yucatán salió al

Golfo de México. Ese año también atravesaron Yucatán la tormenta tropical 'Stan' y la depresión tropical 'Cindy' dando lugar a lluvias intensas que afectaron con inundaciones al estado. Además el huracán categoría IV 'Wilma', el más intenso jamás registrado para la cuenca del Atlántico, impactó severamente las costas de Quintana Roo trayendo igualmente afectaciones y un incremento en la precipitación en Yucatán²⁶⁻³⁰. En otras regiones del mundo se ha documentado un incremento en la incidencia de accidentes ofídicos después de eventos naturales extremos como ciclones, huracanes, tifones y tormentas³¹⁻³⁵. Esto se debe a que, por lo general, la precipitación pluvial y las inundaciones afectan el hábitat normal de las serpientes, las cuales se ven obligadas, debido al nivel del agua, a migrar y salir de sus escondites, lo que incrementa la probabilidad de encuentro con las personas³⁶.

Finalmente, consideramos importante mencionar que para entender mejor el ofidismo en el estado de Yucatán, así como en otras regiones del mundo, resulta crucial por un lado la digitalización de información más específica por parte de las dependencias gubernamentales de salud sobre las condiciones temporales (p. ej., hora, mes) y geográficas (p. ej., ubicación georreferenciada o aproximada donde ocurrió el accidente, clínica o centro de salud donde se atendió) bajo las cuales ocurren los accidentes, así como las características sociales (p. ej., sexo, edad, actividad laboral) de las personas afectadas, y por otro la incorporación de información obtenida mediante otras aproximaciones metodológicas como:

- La modelización de la distribución geográfica y favorabilidad ambiental de las serpientes venenosas²⁴.
- La estimación de cambios potenciales futuros en sus rangos de distribución como consecuencia del cambio climático^{37,38}.
- La modelización espacial de la probable sub-representación de los casos registrados por las clínicas y centros de salud³⁹.
- La identificación, mediante sistemas de información geográfica, de regiones con alto riesgo ofídico en las cuales es necesario mejorar la accesibilidad de sus habitantes a centros de salud donde puedan ser atendidos⁴⁰.

Agradecimientos

Agradecemos a la Coordinación del Programa de Zoonosis de los SSY por proporcionar las bases de

datos sobre ofidismo. También a la M. en C. Karla Rodríguez Medina por la revisión del presente manuscrito.

Bibliografía

1. World Health Organization. Neglected tropical diseases: snakebite. [Consultado el 20 de mayo de 2015]. Disponible en: http://www.who.int/neglected_diseases/diseases/snakebites/en/index.html.
2. Chippaux JP. Snake-bites: appraisal of the global situation. Bull WHO. 1998;76(5):515-24.
3. Gutiérrez JM, Theakston RDG, Warrell DA. Confronting the neglected problem of snake bite envenoming: the need for a global partnership. PLoS Med. 2006;3(6):e150.
4. Harrison RA, Hargreaves A, Wagstaff SC, Faragher B, Lalloo DG. Snake envenoming: a disease of poverty. PLoS NTD. 2009;3(12):e569.
5. Chippaux JP. Estimating the global burden of snakebite can help to improve management. PLoS Med. 2008;5(11):e221.
6. Kasturiratne A, Wickremasinghe AR, de Silva N, et al. The global burden of snakebite: a literature analysis and modelling based on regional estimates of envenoming and deaths. PLoS Med. 2008;5(11):1591-604.
7. Gomez HF, Dart RC. Clinical toxicology of snakebite in North America. En: Handbook of clinical toxicology of animal venoms and poisons. Meier J, White J (editores). Boca Raton, Florida: CRC Press; 1995. pp. 619-44.
8. González-Rivera A, Chico-Aldama P, Domínguez-Viveros W, et al. Epidemiología de las mordeduras por serpiente. Su simbolismo. Acta Pediatr Mex. 2009;30(3):182-91.
9. Wüster W, Ferguson JE, Quijada-Mascareñas JA, Pook CE, Da Graca Salomao M, Thorpe RS. Tracing an invasion: landbridges, refugia, and the phylogeography of the Neotropical rattlesnake (Serpentes: Viperidae: *Crotalus durissus*). Mol Ecol. 2005;14(4):1095-108.
10. Campbell JA, Lamar WW. The Venomous Reptiles of the Western Hemisphere. Ithaca: Cornell University Press; 2004.
11. Otero-Patiño R. Epidemiological, clinical and therapeutic aspects of *Bothrops asper* bites. Toxicol. 2009;54(7):998-1011.
12. Warrell D. Snakebites in Central and South America: epidemiology, clinical features, and clinical management. En: The venomous reptiles of the western hemisphere. 2. Campbell JA, Lamar WW (editores). Ithaca, New York: Cornell University Press; 2004. pp. 709-61.
13. Hardy DL. *Bothrops asper* (Viperidae): snakebite and field researchers in Middle America. Biotropica. 1994;26:198-207.
14. Porras L, Wilson L, Schuett G, Reiserer R. A taxonomic reevaluation and conservation assessment of the common cantil, *Agkistrodon bilineatus* (Squamata: Viperidae): a race against time. Amphibian & Reptile Conservation. 2013;7(1):48-73.
15. Lee JC. The amphibians and reptiles of the Yucatan Peninsula. Nueva York: Cornell University Press; 1996.
16. Gil-Alarcón G, Sánchez-Villegas MdC, Reynoso VH. Tratamiento prehospitalario del accidente ofídico: revisión, actualización y problemática actual. Gac Med Mex. 2011;147:195-208.
17. Leynaud GC, Reati GJ. Identifying areas of high risk for ophidism in Córdoba, Argentina, using SIGEpi software. Rev Panam Salud Pública. 2009;26(1):64-9.
18. Martínez-Piedra R, Loyola-Elizondo E, Vidaurre-Arenas M, Nájera-Aguilar P. Paquetes de programas de mapeo y análisis espacial en epidemiología y salud pública. Bol Epidemiol OPS. 2004;25(4):1-9.
19. Baldé MC, Dieng B, Inapogui AP, Barry AO, Bah H, Kondé K. Problématique des envenimations en Guinée. Bull Soc Pathol Exot. 2002;95(3):157-9.
20. Chippaux JP. The treatment of snake bites: analysis of requirements and assessment of therapeutic efficacy in tropical Africa. En: Perspectives in molecular toxinology. Ménez A (editor). Chichester: John Wiley, Sons, Ltd.; 2002. pp. 457-72.
21. Newman WJ, Moran NF, Theakston RDG, Warrell DA, Wilkinson D. Traditional treatments for snake bite in a rural African community. Ann Trop Med Parasitol. 1997;91(8):967-9.
22. Snow RW, Bronzan R, Roques T, Nyamawi C, Murphy S, Marsh K. The prevalence and morbidity of snake bite and treatment-seeking behaviour among a rural Kenyan population. Ann Trop Med Parasitol. 1994; 88(6): 665-71.
23. Gubler R. El papel del curandero y la medicina tradicional en Yucatán. Alteridades. 1996;6(12):11-8.
24. Yañez-Arenas C, Peterson AT, Mokondoko P, Rojas-Soto O, Martínez-Meyer E. The use of ecological niche modeling to infer potential risk areas of snakebite in the mexican state of Veracruz. PLoS One. 2014; 9(6):e100957.
25. Guzmán GS, Gómez-García O, Rodríguez-García AJ, Luna-Morales N. Mordeduras de serpientes venenosas en Veracruz. I Reunión de Herpetología Villahermosa, Tabasco, México. 1990.

26. Hernández-Unzón A. Resumen de la tormenta tropical 'Cindy' del océano Atlántico. Comisión Nacional del Agua Servicio Meteorológico Nacional México, DF. 2005.
27. Hernández-Unzón A, Cirilo-Bravo MG. Resumen del huracán 'Wilma' del océano Atlántico. Comisión Nacional del Agua Servicio Meteorológico Nacional México, DF. 2005.
28. Hernández-Unzón A, Cirilo-Bravo MG. Resumen del huracán 'Stan' del océano Atlántico. Comisión Nacional del Agua Servicio Meteorológico Nacional México, DF. 2005.
29. Hernández-Unzón A, Cirilo-Bravo MG. Resumen del huracán 'Emily' del océano Atlántico. Comisión Nacional del Agua Servicio Meteorológico Nacional México, DF. 2005.
30. Rosengaus M, Hernández-Unzón A. Resumen de la temporada de ciclones tropicales 2005 en México. Comisión Nacional del Agua Servicio Meteorológico Nacional México, DF. 2005.
31. North Carolina A&T State University, US Department of Agriculture. Dealing with snakes after a storm or flood. Adaptado por Bromley P. from Alabama Cooperative Extension Service. North Carolina State University. [Consultado 23 de marzo de 2015]. Disponible en: <http://www.ces.ncsu.edu/disaster/factsheets/pdf/snakes.pdf>.
32. Faiz MA, Islam QT. Editorial: climate change and health. *J Bangladesh Coll Phys Surg*. 2010;28:1-3.
33. Myint NW, Kaewkungwal J, Singhasivanon P, et al. Are there any changes in burden and management of communicable diseases in areas affected by Cyclone Nargis. *Confl Health*. 2011;5(1):9.
34. Patra M, Tripathy S, Jena I. Health hazards by sea cyclones in Odisha, the supercyclone and the Phailin. *Odisha Review*. 2013;70(4):30-7.
35. Valielia I, Peckol P, D'avanzo C, et al. Ecological effects of major storms on coastal watersheds and coastal waters: Hurricane Bob on Cape Cod. *J Coast Res*. 1998;14(1):218-38.
36. Cubero C. Eventos de precipitación pluvial asociados a diez enfermedades de declaración obligatoria en la zona de Pérez Zeldón. *Enfermería Actual de Costa Rica*. 2012;22:1-21.
37. Nori J, Carrasco PA, Leynaud GC. Venomous snakes and climate change: ophidism as a dynamic problem. *Clim Change*. 2014;122(1-2):67-80.
38. Yáñez-Arenas C, Peterson AT, Rodríguez-Medina K, Barve N. Mapping current and future potential snakebite risk in the New World. Sometido a *Clim Change*. [E-pub: 2 de noviembre de 2015].
39. Hansson E, Cuadra S, Oudin A, et al. Mapping snakebite epidemiology in Nicaragua-pitfalls and possible solutions. *PLoS NTD*. 2010;4(11):e896.
40. Hansson E, Sasa M, Mattisson K, Robles A, Gutiérrez JM. Using geographical information systems to identify populations in need of improved accessibility to antivenom treatment for snakebite envenoming in Costa Rica. *PLoS NTD*. 2013;7(1):e2009.