



# Universidad Autónoma del Estado de México

---

Facultad de Ciencias.

Licenciatura en Biología.

Panorama epidemiológico de accidente ofídico  
en el Estado de Hidalgo.

Tesis para obtener el título de  
Biólogo.

Presenta: Jesús Rodríguez Colín.

Director de tesis:

Dr. Alejandro Carbajal Saucedo.

Co - Director de tesis:

Dr. Ricardo Lara Ramírez

## Índice.

	Página
Portada.....	1
Índice.....	2
Índice de figuras y cuadros.....	3
Resumen.....	4
Introducción.....	5
Justificación.....	11
Objetivos.....	11
Material y método.....	12
Resultados.....	15
Discusión.....	31
Conclusiones.....	46
Bibliografía.....	43
Anexos.....	47

## Índice de cuadros y figuras.

	Página
Figura 1.- División política del estado de Hidalgo.....	12
Figura 2.- Provincias fisiográficas del estado Hidalgo .....	13
Figura 3.- Uso de suelo y vegetación del estado de Hidalgo.....	14
Figura 4.- Gráfica de la media anual de casos de mordedura .....	16
Figura 5.- Mapa de casos totales de mordedura (2003-2016).....	18
Figura 6.- Mapa de las tasas de mordedura cada 100,000 personas .....	19
Figura 7.- Frecuencia de mordedura de serpiente por género.....	21
Figura 8.- Tendencia de la media de mordedura de cada mes del año .....	22
Figura 9.- Mapa de uso de suelo y distribución de serpientes en el estado de Hidalgo, sobre tasas de mordedura.....	24
Figura 10.- Unidades medicas de segundo nivel, zona de buffer y distribución de serpientes .....	28
Figura 11.- Mapa de carreteras y unidades de segundo nivel de atención médica, junto a zona de buffer .....	30
Tabla 1.- Datos de los estados, con mayor frecuencia de mordedura .....	16
Tabla 2.- Municipios relevantes de acuerdo al número total de casos.....	17
Tabla 3.- Datos de los municipios con tasas elevadas en el estado de Hidalgo.	20
Tabla 4.- Cifras de la frecuencia de mordedura de serpiente por género .....	21
Tabla 5.- Datos de la mordedura de serpiente, ordenados por mes .....	22
Anexo 1.- Lista de los municipios del estado de Hidalgo... ..	47
Anexo 2.- Número de casos totales de accidente ofídico por entidad federativa.....	48
Anexo 3.- Número total de mordedura de serpiente separada por género.....	49
Anexo 4.- Número de casos totales de mordedura de serpiente por año y por mes del estado de Hidalgo.....	50
Anexo 5.- Número total de casos de accidente ofídico por municipio.....	50
Anexo 6.- Población total por municipio y las tasas de accidente ofídico cada 100,000 habitantes de cada uno de los municipios.....	53
Anexo 7.- Lista de las unidades de segundo nivel en el estado de Hidalgo.....	55

## **Resumen.**

El estudio del comportamiento del accidente ofídico en México, es de importancia, debido a que el país, contiene una diversidad importante de serpientes venenosas de amplia distribución. El estado de Hidalgo, es uno de los primeros 5 estados de la república mexicana que presenta, una alta frecuencia de mordedura de serpiente, el tercero de acuerdo a las tasas de frecuencia cada 100,000 personas. El presente trabajo, muestra el comportamiento de este padecimiento a lo largo de 14 años (2003-2016). El cual indica que existen meses del año, en los cuales la mordedura de serpiente es más frecuente (Abril-Septiembre), siendo del género masculino, el que más mordeduras de serpiente reporta. Existen municipios del estado como: Atlapexco, San Bartolo Tutotepec, Tlanchinol, Tinaguistengo, Jacala de Ledezma, Xochicoatlán, Calnali, Huehuetla, Pisaflores, Huzalingo, Huejutla de Reyes, Zacultipan de ángeles, Huautla, Juárez Hidalgo, que reportan altas tasas de mordedura de serpiente. Varios de estos municipios, dedican alto porcentaje de su territorio a la agricultura y la mayoría de ellas son de ámbito rural. Por lo tanto estas dos variables, pueden estar estrechamente relacionadas con los reportes de mordedura de serpiente en estos municipios. Teniendo una relación entre la alta frecuencia de mordedura, con la distribución de las serpientes venenosas en el estado, favoreciendo su diagnóstico en relación con los posibles signos clínicos, derivados del tipo de venenos de cada serpiente. Además se ubicaron las unidades médicas de segundo nivel, las únicas que pueden brindar, atención médica adecuada, para este tipo factor de riesgo, donde se pudo determinar que la parte del noreste del estado, es donde los servicios médicos son de difícil acceso.

**Palabras clave:** Accidente ofídico, Hidalgo, Factor de riesgo, Serpientes venenosas.



Universidad Autónoma del Estado de México  
Facultad de ciencias. Licenciatura en biología.

Panorama epidemiológico de accidente ofídico en el  
Estado de Hidalgo.

Tesis.

Jesús Rodríguez Colín.



---

## Introducción.

El panorama epidemiológico es la vista general de un problema de salud o enfermedad que afectan a las poblaciones humanas. Auxiliándose del análisis del factor de riesgo, patógeno o agente que pone en peligro la salud de los humanos; así como de la investigación epidemiológica. La epidemiología se puede definir como el estudio de los factores o fenómenos relacionados con la salud de las poblaciones. Para la epidemiología es importante saber la distribución del evento riesgoso, esto incluye, el dónde, cómo, cuándo sucedió el evento y qué sector de la población es el afectado (Lilienfeld *et al.*, 1987; Bonita *et al.*, 2008).

La organización mundial de la salud (WHO, por sus siglas en inglés) considera que salud no solo es la ausencia de enfermedad si no también el estado de bienestar físico, psicológico y social determinado por varios factores (WHO, 2017). En los estudios epidemiológicos también se toman en cuenta la variables físicas, químicas, biológicas, sociales, culturales, económicas, genéticas y conductuales que puedan influir en que una población se mantenga sana (Bonita *et al.*, 2008). Para realizar una investigación epidemiológica se necesitan de una serie de pasos. Primero es necesario determinar el fenómeno clínico que desea estudiar, para posteriormente definir una zona de estudio, en conjunto se tiene que realizar una revisión bibliográfica completa sobre el tema para delimitar el sector de la población. De igual manera se necesita ser meticuloso a la hora de recabar la información, ya que puede haber factores que impidan la obtención correcta de datos de la porción de la población que se encuentra bajo investigación (OPS, 1988; Parfrey *et al.*, 2015). Para que se pueda comprobar una hipótesis, la epidemiología se auxilia en el análisis de variables que puedan ser medidas y evaluadas estadísticamente, haciendo uso de cálculo de proporciones, tasas, razones, medidas de frecuencia entre otros modelos matemáticos (Moreno-Altamirano *et al.*, 2000).

Con la información recabada, la epidemiología busca llegar a predecir las enfermedades o factores de riesgo que podrían presentarse en una población y de esta manera poder controlar los nuevos casos. Además, pretende prevenir alteraciones a la salud en zonas de riesgo (López-Moreno *et al.*, 2000).

Existen organizaciones encargadas de la vigilar la salud, la organización internacional que se encarga de esta tarea es la WHO (World Health Organization), dicha organización depende de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), y tiene a su cargo a 194 países alrededor del mundo. A su vez, la WHO se auxilia de seis organizaciones que se encargan de reunir información de salud de zonas estratégicas en el globo terráqueo. La organización encargada de reunir la información en el continente americano se denomina Organización Panamericana de Salud (PAHO por sus siglas en inglés), la sede de esta organización está en Washington, D.C de los Estados Unidos de América. (WHO, 2017).

En México la institución encargada de vigilar la salud es la Dirección General de Información en Salud, la cual se auxilia del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS) que a su vez se ayuda de varias otras dependencias entre las cuales se encuentra el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE) (Gómez *et al.*, 2011).

El SINAVE se instituyó a mediados de la década de los 90 con el objetivo de unificar la información epidemiológica y poder ofrecer un panorama más acertado sobre la salud en México. Esta institución se encuentra regulada por la norma oficial mexicana para la vigilancia epidemiológica PROY-NOM-017-SSA2-2012, y es apoyada a su vez por un Comité Estatal para la Vigilancia Epidemiológica (CEVE) en cada una de las entidades federativas, para facilitar la recopilación de información epidemiológica. Todas estas instituciones están bajo la jurisdicción del Sistema Nacional de Salud (SNS) que a su vez está regido por el gobierno federal. La dirección general de epidemiología con ayuda del SINAVE, publican semanalmente un documento que lleva por nombre Boletín Epidemiológico en el cual se incluye la frecuencias de enfermedades o factores de riesgo que pongan en peligro la salud de las poblaciones de cada estado de la República Mexicana (Chertorivski *et al.*, 2012).

### **Ofidismo.**

El accidente ofídico u ofidismo se define como el encuentro traumático entre un humano y una serpiente venenosa, en el cual la serpiente puede inocular veneno a través de su mordedura (Brussel, 2008). Existen aproximadamente 3400 especies de serpientes en todo el mundo de las cuales cerca de 1200 de ellas producen veneno, el cual emplean para atrapar y digerir a sus presas, pero también les sirve como método de defensa en contra de posibles amenazas (Vitt *et al.*, 2014). Existen tres familias de serpientes que incluyen especies que son de importancia médica.

- a. Viperidae: Es una familia con amplia distribución en el globo terráqueo a excepción de Australia y los polos. Presentan cabezas triangulares, la posición de la pupila de los ojos es vertical y de forma elíptica. Cuentan con dos grandes colmillos tubulares en la parte anterior de la maxila a este arreglo dentario se le conoce como solenoglifo, Estos colmillos son móviles y le permiten inocular veneno a sus presas. Algunas especies dentro de esta

familia presenta un cuerpo queratinizado al final de la cola, llamado “cascabel”, en algunas otras especies no se encuentra o está reducido. La mayoría de las especies son de cuerpos robustos. Dentro de esta familia se encuentran, las serpientes de cascabel del género *Crotalus*, las serpientes llamadas nauyacas pertenecientes al género *Bothrops* y las serpientes llamadas cantiles del género *Agkistrodon* (Canseco y Gutiérrez, 2000; Vitt *et al.*, 2014).

- b. Elapidae: Es una familia de serpientes venenosas de una amplia distribución mundial a excepción del norte del continente asiático y el continente Europeo, y los polos. Las especies de serpientes pertenecientes a esta familia presentan cuerpos alargados, la cabeza es en algunas especies de forma ovalada en algunas ligeramente triangular, la mayoría de las veces no hay distinción entre el cuerpo y la cabeza. La forma de las pupilas de estos organismos es circular y pequeña. El arreglo dentario que presenta esta familia es proteroglifa, lo cual refiere a que presentan dos pequeños colmillos acanalados en la parte anterior de la maxila, los cuales le sirven para inocular su veneno. En América, algunos de los géneros más comunes son las serpientes de coral pertenecientes a los géneros *Micrurus*, *Micruroides* y las serpientes marinas pertenecientes al género *Hydrophis* (Canseco y Gutiérrez, 2000; Vitt *et al.*, 2014).
- c. Colubridae: Es una familia de serpientes de una extensa distribución a nivel mundial a excepción de los polos, son serpientes de cuerpos alargados y delgados de cráneos estrechos, la mayoría presenta cabezas ovaladas. Las pupilas de los ojos son redondas. La mayoría de especies de colúbridos no presentan algún riesgo médico para la sociedad, pero existen especies que presentan venenos con toxicidad relevante, que pueden provocar envenenamientos en las personas. En su mayoría los colúbridos presentan pequeños dientes a lo largo de la maxila y mandíbula, aunque las especies venenosas de esta familia, el arreglo dentario que poseen es opistoglifo, lo que quiere decir que presenta dos colmillos acanalados en la parte posterior de la maxila lo cual le permite conducir el veneno (Canseco y Gutiérrez, 2000; Mackessy, 2002; Vitt *et al.*, 2014).

El ofidismo es un problema de salud pública en todo el mundo, presentando un alto número de casos reportados principalmente las zonas cálidas y semicálidas del orbe, afectando principalmente a la población económicamente activa dedicada al sector primario (agricultura, ganadería, etc.). Lamentablemente, este problema ha recibido menor atención de la que requiere. El envenenamiento provocado por una serpiente provoca manifestaciones clínicas variadas cuya magnitud depende de factores como la edad del paciente, sitio de mordida, cantidad de veneno inoculado, entre otros. Sin embargo, a fin de facilitar el tratamiento se han establecido grados de envenenamiento como una guía para su adecuada atención (Gutiérrez, 2002, WHO, 2010, Zúñiga y Lozano, 2013)

- Grado 0: Ausencia de envenenamiento, aunque puede existir malestar local.
  - Grado 1: Se puede observar una leve inflamación en el lugar en el que se recibió la mordida.
  - Grado 2: En el lugar de la mordida se puede observar una inflamación grande, presencia de dolor intenso y pequeñas fallas sistémicas, como vómitos y náuseas.
  - Grado 3: Se observa una inflamación avanzada de la parte afectada, además de un dolor intenso y fallas sistémicas graves como fallas respiratorias o trastornos neurológicos (Zúñiga y Lozano, 2013).

Dependiendo del tipo de serpiente venenosa que esté relacionada con el caso de accidente ofídico, es el tipo de sintomatología que se presentará, debido a la composición de los venenos de cada una de las serpientes. El veneno de Vipéridos es principalmente de acción hemolítica y necrótica, por lo tanto los signos clínicos que se presentan son trastornos en los tiempos de coagulación, presencia de depósitos de sangre por debajo de la piel (equimosis), movimientos musculares involuntarios, y presencia de hinchazón y edemas en la zona afectada. El veneno de los Elápidos es principalmente de acción neurotóxica, esto deriva en un mal funcionamiento del sistema nervioso, ya que interrumpe la señalización neuronal a nivel de receptores, por lo cual los signos clínicos que presenta este tipo de mordedura son, adormecimiento general del cuerpo o de la zona afectada, falta de sensibilidad, salivación, parálisis muscular y fallas cardiopulmonares. (Zertuche, 1981; Bolaños, 1982; Gil *et al*, 2011; Zúñiga y Lozano, 2013).

Debido a estos signos la mordedura de estas serpientes tiene que ser temprana y adecuadamente tratada, para que no se llegue a comprometer la vida del afectado, por lo que es de importancia médica-epidemiológica (Kunkel *et al.*, 1983; Boyer, 2006).

La mayoría de las serpientes venenosas se distribuyen a lo largo de las zonas tropicales y subtropicales del mundo, de esta manera en las zonas más frías del planeta es casi nula la presencia de serpientes. Existen varios factores que pueden influir en el encuentro entre una serpiente y el ser humano. Uno de ellos obedece al crecimiento de la mancha urbana y agrícola que invaden nuevas áreas naturales, de esta manera perturba el hábitat natural de las serpientes. Aunado a este factor, si la densidad poblacional de serpientes venenosas es grande, la probabilidad de que exista un accidente ofídico es alta. La WHO reporta que alrededor de 2.5 millones de personas cada año en el mundo son mordidas por serpientes venenosas, de las cuales alrededor del 10% de los casos reportados termina siendo fatal (WHO, 2010). Las actividades agropecuarias como la ganadería y la agricultura están estrechamente relacionadas con este problema de salud, además el sector poblacional de bajos recursos es el más afectado. A pesar de la importancia que



tiene el estudio del accidente ofídico, en varios países la falta de información impide realizar acciones para poder tratar o prevenir este tipo de encuentro traumático (Chippaux, 1998; White *et al.*, 2003).

A lo largo del continente americano el accidente ofídico es uno de los principales factores que ponen en riesgo la salud de las poblaciones. Gutiérrez, 2011 menciona que para la parte del caribe, América central y América del sur, según los datos proporcionados por instituciones de salud de cada país, suceden alrededor de 70,000 casos cada año, y de esta cifras aproximadamente 500 terminan siendo fatales. Se dice que los países con mayor incidencia por año son: Panamá con aproximadamente 1,500 casos, Bolivia con 1,000 casos, Ecuador con alrededor de 1,500 casos, Perú 1,500 casos, Colombia con 3,000 casos Venezuela con 7,000 y Brasil que es el país que más accidentes reporta por año con alrededor de 28,000 casos. Las especies a la cuales se les atribuye la mayoría de las mordeduras en América central y del sur pertenecen al género *Bothrops* (Gutiérrez, 2011).

En el norte del continente americano, en Estados Unidos de América y Canadá, se reportan aproximadamente 10,000 casos al año, de los cuales menos del 0.1% llega a ser fatal, esto debido a que la mayoría de los casos son tratados adecuadamente y la acertada administración de antivenenos. En estos países, las especies de serpientes que están relacionadas con la mayoría de los accidentes, pertenecen al género *Crotalus* y *Agkistrodon* (Chippaux, 1998).

México cuenta con una gran diversidad de reptiles y se le coloca en uno de los primeros lugares de acuerdo al número de especies de serpientes venenosas que alberga (Canseco *et al.*, 2000). Esto se debe a la gran diversidad de ambientes y microambientes que existen a lo largo del país, ya que se ubica entre dos regiones ecológicas la neártica y neotropical (Rzedowski, 2006). En la república mexicana existen alrededor de 18 especies de elápidos, donde destacan los géneros *Micrurus*, *Micruroides* e *Hydrophis* (serpiente marina). De la familia de los viperidos se reporta que existen en México alrededor de 60 especies, de la cuales destacan los géneros de serpientes *Crotalus* y *Bothrops*, en un trabajo publicado por Minton, 1990, hace mención de géneros de colúbridos venenosos para México, entre ellos se encuentran los géneros *Oxibelis*, *Leptophis* y *Trimorphodon* (Minton, 1990; Flores-Villela y García-Vásquez, 2014; Neri *et al.*, 2014).

Los datos epidemiológicos sobre accidente ofídico la mayoría de las veces son imprecisos y no muestran un panorama claro sobre este factor, debido a esto se necesitan realizar trabajos epidemiológicos que den a conocer información más clara sobre este factor de riesgo. Según datos de la Secretaria de Salud se reportan para la República Mexicana alrededor de 2,600 casos que ocurren cada año. De estos casos el intervalo de edad que es más afectado es entre los 15 y 44 años, la mayoría de las personas que resultan afectadas son aquellas que realizan una actividad en el campo (agricultores y ganaderos), del total de casos que se atienden anualmente el género masculino es el que está estrechamente relacionado con este

tipo de mordeduras y la regiones anatómicas más afectadas son los pies y los tobillos (Tay-Zavala *et al.*, 2002).

En un estudio realizado por Tay-Zavala *et al* en el 2002, con datos recabados por el IMSS de 1994 a 1998, se reportaron 2,620, de los cuales el 44.9 % fueron mordeduras por serpiente de cascabel, el 42.8 % fueron mordidas por nauyaca, el 4% por corales, el 3.6% a otro tipo de serpiente y se desconoce un 5.1%. Pudiendo así determinar que la mayor parte de los casos, las serpientes que están mayormente vinculadas a este tipo de accidente son las pertenecientes a los géneros *Bothrops* y *Crotalus*, ambos géneros tienen una amplia distribución a lo largo de México. En la mayoría de las ocasiones, la mordedura de serpiente no llega ser mortal, pero es importante debido a las secuelas anatómicas, fisiológicas y psicológicas que esta puede generar, dependiendo del tipo de veneno que la serpiente pueda poseer. (Tay- Zavala *et al.*, 2002)

Frayre y colaboradores (2006), realizaron un trabajo epidemiológico retrospectivo sobre mortalidad por contacto traumático de serpientes y lagartos venenosos, en el cual con datos recopilados de 1979 a 2003, reportan 2728 muertes. La tasa de mortalidad fue disminuyendo a lo largo de estos años lo que empezó con 1.98 casos cada millón de personas en 1979, terminó en 0.47 casos cada millón de personas en 2003. Los estados del sureste del país fueron los más importantes de acuerdo al número de muertes que se reportaban cada año. Las clases de edad que presentaron mayor número de defunciones fueron la edad pediátrica y de los 40 años a los 60 o más (Frayre *et al.*, 2006). La muerte no es la principal consecuencia negativa de un envenenamiento por serpiente, sino las secuelas que éste puede provocar, debido al tratamiento recibido antes y durante la hospitalización ocasionada por la aplicación de métodos invasivos y las reacciones alérgicas del paciente. Otro de los problemas que enfrenta el ofidismo en México, es debido a la falta de antídotos en los centros médicos de cada uno de los estados, además el alto costo de los mismos dificulta su amplia distribución (Zúñiga y Lozano, 2013).

Es por eso que resulta de importancia realizar trabajos epidemiológicos sobre la mordedura de serpiente, para poder predecir y prevenir futuros casos y ver que especies de serpientes podrían estar involucradas. Dado que en la mayoría de los casos de reportes de mordedura, no se identifica a la serpiente agresora.

## **Justificación.**

De acuerdo con datos obtenidos del Boletín epidemiológico, el Estado de Hidalgo es una de las entidades federativas que presenta mayor número de mordidas por serpiente. Debido a que es escasa la información sobre este factor de riesgo, se pretende identificar municipios, en los cuales las mordeduras por serpiente pueden ser más frecuentes. Asociando variables ambientales, actividades antrópicas y distribución de serpientes venenosas. Y así poder determinar la distribución de atención médica adecuada en el estado.

## **Objetivos.**

Objetivo general.

- Describir el panorama epidemiológico de accidente ofídico en el estado de Hidalgo.

Objetivos particulares.

- Ubicar al estado de Hidalgo, de acuerdo al número total de mordeduras de serpiente a nivel nacional.

- Identificar los municipios con mayor incidencia y calcular las tasas de mordedura cada 100,00 de cada municipio.

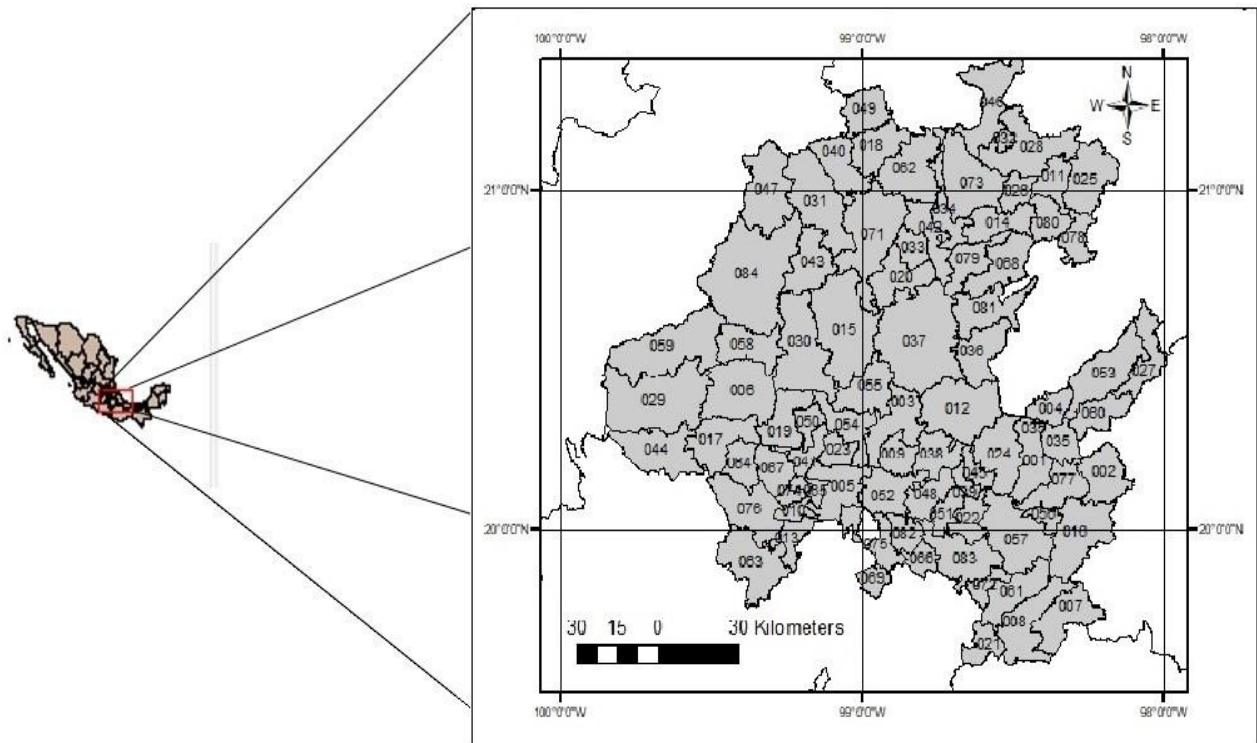
- Describir la dinámica de accidente ofídico, por mes, por sexo.

- Asociar los municipios de mayor incidencia de mordedura con la distribución de las serpientes venenosas, tipo de vegetación, zonas de cultivo, tipo de cultivo y zonas marginadas.

- Determinar la cercanía y disponibilidad de las unidades médicas de segundo nivel en el estado.

## Material y método.

Zona de estudio.



**Figura 1.- División política del Estado de Hidalgo.** El nombre de cada uno de los municipios se enlista en el Anexo 1. Fuente: INEGI (2015).

El estado de Hidalgo se encuentra ubicado en la parte centro-oriental de la república mexicana, colinda al norte con los estados de Veracruz y San Luis Potosí, al este con el estado de Puebla, al sur con los estados de Tlaxcala y México, y al Oeste con el estado de Querétaro **Figura 1**. Consta de 84 municipios (La lista de los municipios se muestra en el **Anexo 1**), los cuales suman aproximadamente 2, 858,359 de habitantes (INEGI, 2015).

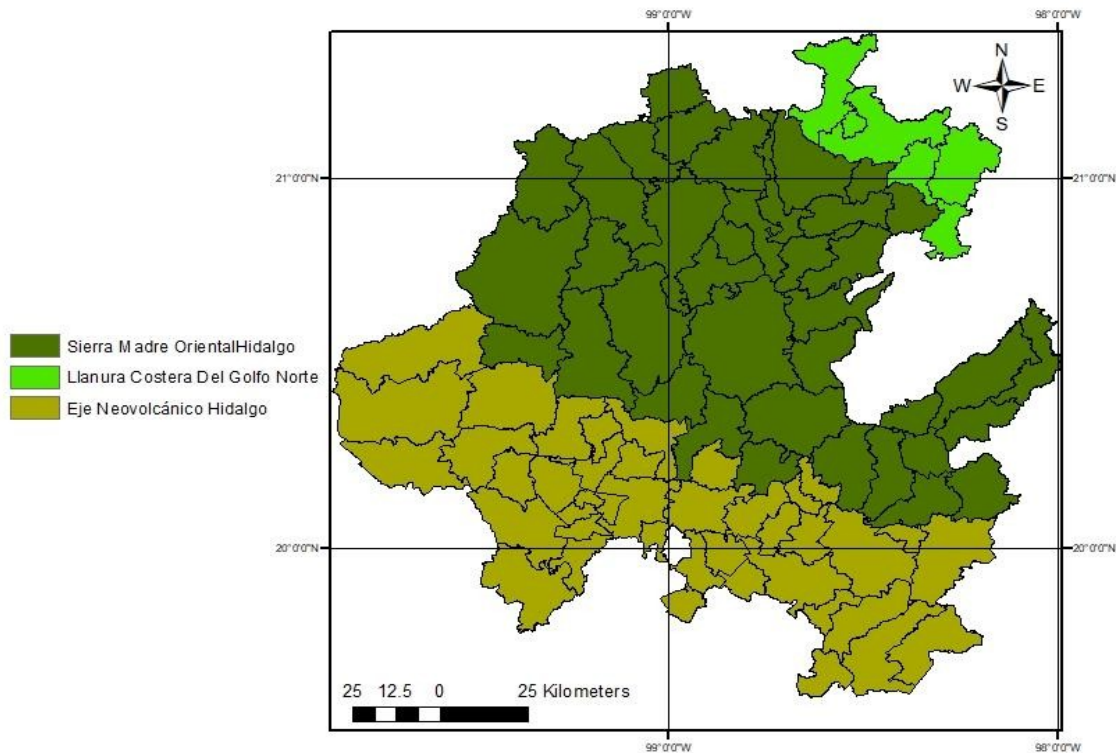
Los municipios con mayor número poblacional son, Pachuca de Soto con 277,375, Mineral de la Reforma con 150,176, Tizayuca con 119,442 habitantes. Los municipios con menor población son: Juárez de Hidalgo con 3,108 y Eloxochitlán con 2,667 habitantes (INEGI, 2015).

De acuerdo a la ubicación del estado de Hidalgo este se encuentra dentro de 3 regiones fisiográficas del país (Mapa 2):

1. Llanura costera del Golfo Norte, la presencia de esta zona fisiográfica esta reducida al Norte del estado en municipios que colindan con el estado de Veracruz y San Luis Potosí.
2. Sierra madre Oriental, es una franja montañosa que se distribuye a lo largo

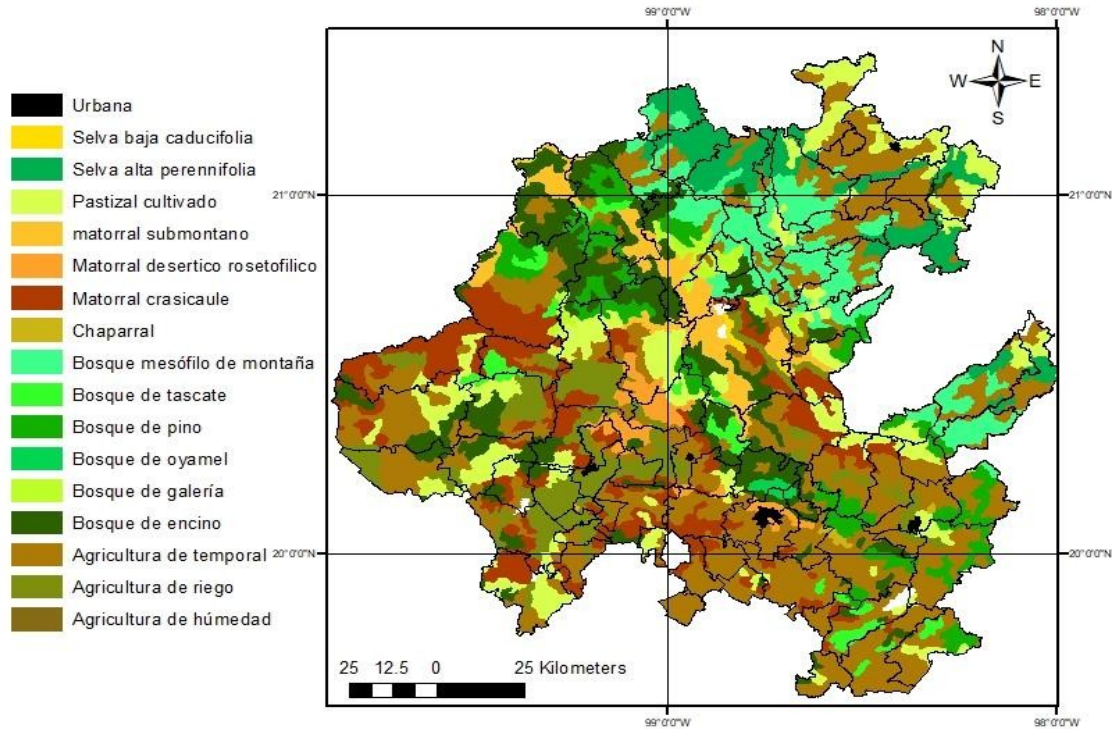
del país, empezando en el estado Tamaulipas y termina en el estado de Puebla y esta forma parte de gran parte del territorio Hidalguense.

3. Eje Neovolcánico Transversal, es una franja de volcanes que parten al país de Este a Oeste, esta empieza en el estado de Colima y termina en el estado de Veracruz, esta región cubre la parte sur del estado de Hidalgo en los municipios colindantes con el estado de México y Puebla.



**Figura 2.-Provincias Fisiográficas del estado de Hidalgo.** División del Estado de Hidalgo de acuerdo a sus provincias fisiográficas. Fuente INEGI, (2015).

Existe una amplia variedad de vegetación por los diferentes climas y altitudes que se presentan en la entidad. Predominan los bosques húmedos de montaña y los bosques de coníferas y encinos, seguidos de pastizales y matorrales. Las selvas perennifolias se sitúan principalmente al norte y noreste. También existen pastizales cuya distribución se concentra en el centro y de manera más dispersa en el occidente y en el sur. De la superficie estatal, 47% se dedica a la actividad agrícola (INEGI ,2015). (Mapa 3)



**Figura 3.- Uso de suelo del estado de Hidalgo.** Se muestra el tipo de uso de suelo que se distribuye a lo largo del estado de Hidalgo. Fuente INEGI (2015).

### **Panorama epidemiológico de accidente ofídico.**

Para poder describir la dinámica de accidente ofídico en el estado de Hidalgo, se obtuvieron los datos de mordedura por serpiente reportados por el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE) a través del boletín epidemiológico, el cual es publicado semanalmente, donde se puede consultar el número de casos reportados de cualquier enfermedad o factor que ponga en riesgo la salud individual o poblacional de un lugar determinado, esta información es reportada por entidad federativa y separada por género. Entre los años de 2003 al 2016. Los datos provenientes del boletín epidemiológico se organizaron de tal manera que se pudiera determinar la homogeneidad de los mismos, y así observar la tendencia de cada una de las variables (estado, sexo y mes). De igual modo para poder determinar, la dinámica de accidente ofídico en cada uno de los municipios, se reunieron los datos de un boletín epidemiológico estatal, propio de la Secretaría de Salud de Hidalgo (SSH). La prueba estadística que nos ayudó a determinar la homogeneidad de los datos fue la Xi-cuadrada, para lo cual se organizaran los datos en tablas donde se compararon los datos observados contra los esperados, y así de esta manera se definió la homogeneidad entre las variables. El programa en el cual se calculó la  $\chi^2$ , fue en STATGRAPHICS®. Después de haber determinado la homogeneidad de cada una de las variables, se graficaron sus valores representativos correspondientes.

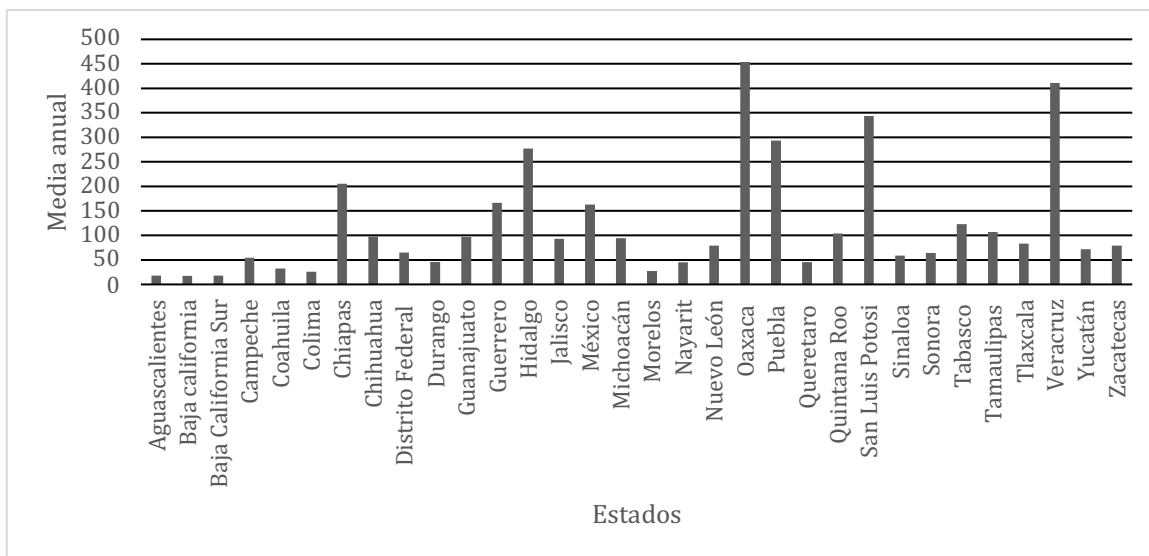
Para poder ubicar los municipios con mayor incidencia de mordedura, se utilizaron los números totales de casos de accidente ofídico por municipio, los cuales dentro de una base de datos, se unieron una capa geográfica haciendo uso del programa ARCGIS 10.1 ®. De esta manera se sombrearon los municipios del estado de Hidalgo, de acuerdo a los números totales que presentaron cada uno de ellos durante el tiempo de estudio. Para poder dar una perspectiva más específica de la situación de cada municipio, se calculó la tasa de incidencia cada 100,000 personas, para que se pueda apreciar cual es la importancia de este factor de riesgo en cada municipio. De igual manera estos datos se vieron reflejados en un mapa creado en el programa ARCGIS 10.1 ®.

Sobre los mapas de los casos totales y tasas de accidente ofídico, se agregaron los puntos de distribución de las especies de serpientes venenosas en el estado, y así poder determinar las que probablemente podrían estar involucradas con los casos de accidente ofídico. Debido a que las zonas de cultivo están relacionadas con la mordedura de serpiente, se consultaron bases de datos de INEGI, las cuales proporcionarían el uso de suelo y vegetación presentes en los municipios con más incidencia de mordedura. De igual modo, el rezago socioeconómico es un factor involucrado en la incidencia de las mordeduras, por lo que se consultaron datos SEDESOL, los cuales brindaron el nivel socioeconómico de los municipios. De esta manera asociar estas variables a las zonas con altos casos de mordedura.

Después de haber ubicado los municipios con alta incidencia de mordedura, se recopilaron las coordenadas de cada una de las unidades de segundo nivel de atención médica presentes en el estado. Dichas coordenadas se ubicaron en el mapa previamente realizado, en donde se observan, las tasas de incidencia de mordedura y la distribución de las serpientes venenosas. De esta manera se calcularon las zonas de influencia de dichas unidades médicas sobre territorio Hidalguense, creando un buffer alrededor de ellas, con la ayuda del programa ARCGIS 10.1 ®, el cual consta de 6 anillos, los cuales tienen una separación entre ellos de 5 kilómetros, de esta manera la zona de influencia de cada hospital es de 30 kilómetros en línea recta. Así se pudo observar la disponibilidad, de la atención médica adecuada que existe en el estado. Por último se agregaron las carreteras estatales al mapa, para poder determinar la cercanía de las mismas y los municipios con altas incidencias de mordedura por serpiente.

## **Resultados.**

El accidente ofídico es un problema de salud pública que afecta a todo el país. La prueba estadística de  $\chi^2$ , soporta que la distribución de los casos reportados de accidente ofídico a nivel nacional, no se comportan de manera homogénea, de esta manera se puede determinar que existen estados en los cuales la mordedura de serpiente es más frecuente ( $\chi^2=2096.9$ , g.l=403,  $p<0.05$ ).



**Figura 4.- Gráfica de las medias anuales de los casos de mordedura.** Se observan las medias anuales (2003-2016) para cada entidad federativa.

Estado	Media	Tasa c/100000 personas
San Luis Potosí	343	12
Oaxaca	454	11
Hidalgo	277	9
Puebla	293	5
Veracruz	410	0.5

**Tabla1.- Datos de los estados, con mayor frecuencia de mordedura.** Se muestra la media anual, y la tasa de mordedura cada 100,000 personas de cada uno de ellos

Se pudieron determinar a 5 estados que presentaron una media anual mayor a 250 casos como se puede observar en la **Figura 1**. Dichos estado son: Oaxaca con 454, Veracruz con 410, Sn Luis Potosí cono 343, Puebla con 293 e Hidalgo con 277. De esta manera el estado de Hidalgo es el quinto lugar a nivel nacional con mayor número de mordeduras. Pero de acuerdo al tamaño poblacional de cada uno de los estados, se pudo observar una tendencia diferente, como se puede observar en la **Tabla 1**, la tasa de mordedura cada 100,000 personas, deja al estado de Hidalgo en tercer lugar a nivel nacional en mordedura de serpiente. La tabla con los números totales de cada estado se muestra en el **Anexo 1**.

#### **Tendencia de accidente ofídico en el estado de Hidalgo por municipio.**

Los datos obtenidos por medio de la secretaria de salud del estado de Hidalgo (2003-2016), se pudo determinar que el número de accidentes ofídicos en cada uno de los municipios no es homogéneo, ( $X^2= 16, 076$ , g.l= 83,  $P<0.05$ ). Por lo tanto se determinó que la frecuencia de casos, es diferente entre cada uno de los 84 municipios del estado, habiendo así municipios en los cuales sea más o menos



frecuente la mordedura de serpiente. El comportamiento de la mordedura por serpiente por municipio, se puede observar en la **Figura 5**.

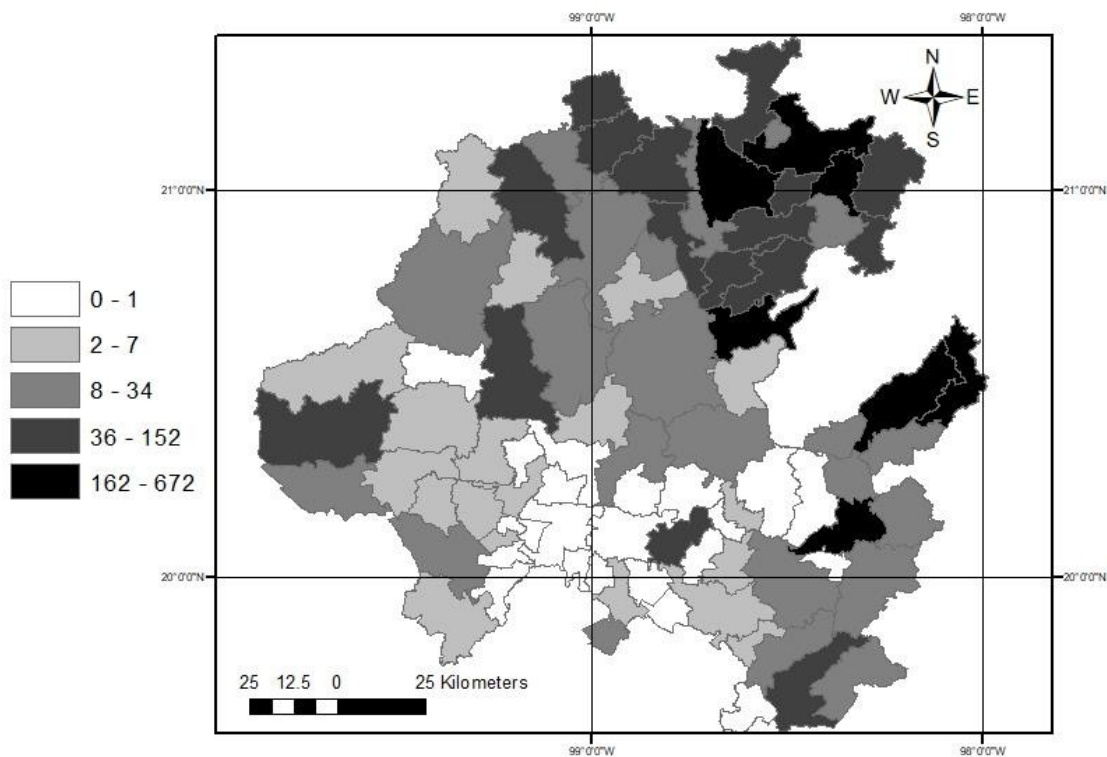
En total se reportaron 3837 casos en el lapso de tiempo de estudio. Los municipios que presentaron una frecuencia mayor a 162 casos totales reportados, durante el periodo de estudio fueron: Huejutla de reyes el cuál presentó un total de 672 casos (17.51%), con una media anual de 48 casos. El municipio de Tlanchinol reportó un total de 342 casos (8.91%), con una media anual de 24 casos. Atlapexco reportó en total 278 casos (7.25%), teniendo una media anual de 24 reportes de mordedura. Tulancingo de Bravo presentó en total de 211 casos (5.50%), una media anual de 15 casos. El municipio de San Bartolo Tutotepec con un total de 182 casos (4.74%), una media anual de 13 casos. El municipio de Huehuetla, el cual presentó 173 casos (4.50%), y una media anual de 12. Por último el municipio de Zacualtipan de Ángeles, el cual presentó en total 162 casos (4.22%), con una media anual de 11 casos. Los datos de dichos municipios se pueden observar en la **Tabla 2**, donde se incluyen el número máximo y mínimo de mordeduras reportadas. Estos municipios se pueden observar en la **Figura 5**, de color negro. La mayoría de estos municipios se ubica en la parte este del territorio hidalguense, en los límites con los estados de Veracruz y Puebla.

Municipio	Total	Media	Máximo	Mínimo	Porcentaje
Huejutla de Reyes	672	48	72	20	17.51
Tlanchinol	342	24	42	6	8.91
Atlapexco	278	19	49	0	7.25
Tulancingo de Bravo	211	15	20	8	5.50
San Bartolo Tutotepec	182	13	21	4	4.74
Huehuetla	173	12	24	1	4.50
Zacualtipan de Angeles	162	11	24	0	4.22

**Tabla 2.- Municipios relevantes de acuerdo al número total de casos.** Se pueden observar los 7 municipios del estado que presentaron cifras elevadas de acuerdo al número total de casos reportados, así como su media anual, su valor máximo y mínimo reportado, y el porcentaje del total durante los años de estudio.

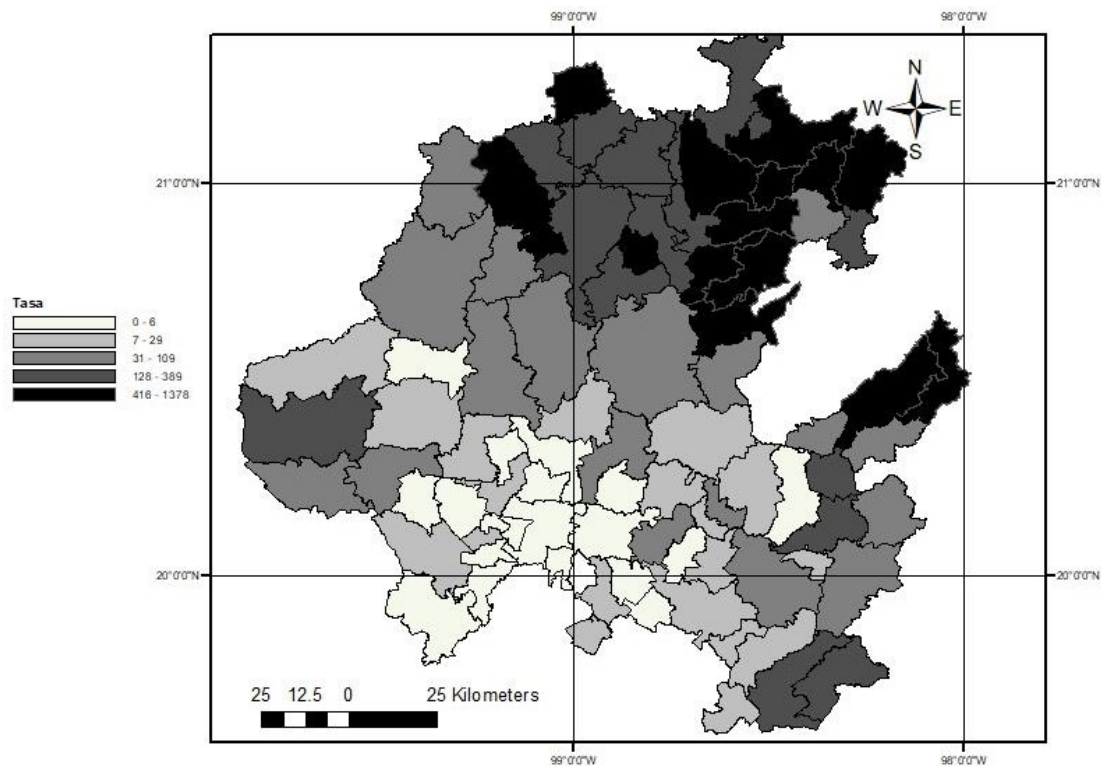
En escala de grises oscuros se encuentran los municipios de mediana frecuencia de mordedura, los cuales presentaron entre 36 a 152 casos, siendo estos de importancia de acuerdo al número total de mordeduras. Como se puede observar en la **Figura 5**, dichos municipios se distribuyen en la mayor parte de estado.

Siendo pocos los municipios que presentan una baja frecuencia de casos reportados de mordedura por serpiente, estos municipios en la **Figura 5** se muestran de color gris claro y blanco. Estos lugares se encuentran principalmente distribuidos en las zonas centro-sur del estado. De esta manera se puede determinar que Hidalgo, presenta cifras interesantes de acuerdo al número total de casos reportados de accidente ofídico. La lista de los municipios de cada uno de los municipios con sus respectivas cifras se muestra en el **Anexo 5**.



**Figura 5.- Mapa de casos totales de mordedura (2003-2016).** Se muestran el número de casos totales de accidente ofídico en el estado, en escala de grises.

Los números totales de los casos reportados de accidente ofídico, por municipio, nos da una idea general sobre este factor de riesgo. Pero nos puede dar una idea errónea sobre la situación específica de cada uno de los municipios, debido a que bajo estas condiciones se supone que el número de la población es igual en cada uno de ellos. Por lo que se calcularon las tasas de accidente ofídico de cada uno de los municipios, el cual toma en cuenta el tamaño poblacional de cada uno de ellos. Los casos presentados en cada uno de ellos y estas cifras se proyectan cada 100,000 personas, según lo propuesto por INEGI. De esta manera se obtuvieron las tasas de cada uno de los municipios. Estos resultados fueron puestos sobre un mapa del Estado de Hidalgo, iluminando a los municipios, en escala de grises, de acuerdo a su tasa correspondiente como se observa en la **Figura 6**.



**Figura 6.- Mapa de tasa de accidente ofídico cada 100,000 personas.** Se muestran los municipios del estado de Hidalgo coloreados según la tasa de incidencia cada 100,000 personas.

Como se puede observar en la **Figura 6** dentro del estado de Hidalgo existen 14 municipios que son de relevancia, de acuerdo a las tasas de incidencia cada 100,000 habitantes, debido a la relación que existe entre el número de casos el tamaño poblacional de cada uno de los municipios.

Estos municipios son: Atlapexco el cual presentó la mayor tasa con 1377 cada 100,000 habitantes, seguido de San Bartolo Tutotepec con 949, Tlanchinol 852, Tinaguistengo con 728, Jacala de Ledezma con 711, Xochicoatlán con 695, Calnali con 682, Huehuetla con 661, Pisaflores con 623, Huzalingo con 547, Huejutla de Reyes con 514, Zacultipan de ángeles con 464, Huautla con 435, Juárez Hidalgo con 416. En la **Tabla 3** se puede observar la relación que existe entre las tasas de incidencia de mordedura con el número de casos totales reportados. Siendo de mayor interés las tasas, debido a la relación que existe entre el número total de casos reportados y el tamaño poblacional. Dichos municipios se pueden observar de color negro en la **Figura 6**. Dentro de este mapa (**Figura 6**), también se puede observar que la mayoría de los 14 municipios que presentan tasas elevadas de mordedura, se distribuyen en el este del estado, principalmente en zonas cercanas al estado de Veracruz.

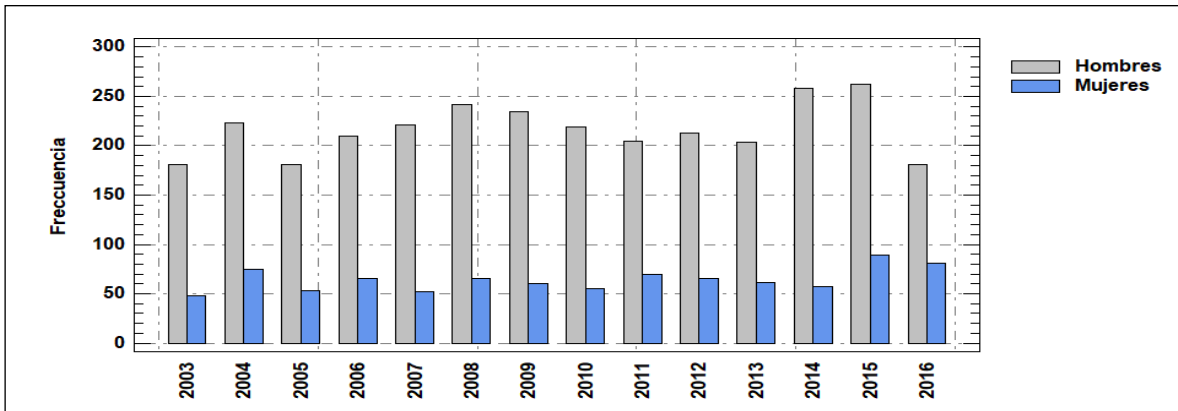
Existen otros municipios los cuales presentan mediana tasa de incidencia de mordedura, estos se muestran en el mapa en tonalidades de gris oscuro, los cuales presentaron una tasa de incidencia entre 31 y 389, lo cual quiere decir que son municipios de importancia de acuerdo a los números de accidente ofídico. De igual manera se puede observar la distribución de dichos municipios, los cuales tienen mayor presencia en la zona norte, noreste y este del estado, en zonas cercanas a los estados de San Luis Potosí, Puebla y Veracruz. Los números de cada uno de estos municipios se enlistan el **Anexo 6**.

Municipio	Tasa/100,000 Habitantes	Casos totales	Porcentaje del total
Atlapexco	1377	278	7.24
San Bartolo Tutotepec	949	182	4.74
Tlanchinol	852	342	8.91
Tianguistengo	728	111	2.89
Jacala de Ledezma	711	96	2.50
Xochicoatlan	695	54	1.40
Calnali	682	118	3.07
Huehuetla	661	173	4.50
Pisaflores	623	109	2.84
Huazalingo	547	77	2.00
Huejutla de Reyes	514	672	17.51
Zacuatlipan de ángeles	464	162	4.22
Huautla	435	93	2.42
Juárez Hidalgo	416	13	0.33

**Tabla 3.- Datos de los municipios con tasas elevadas en el estado de Hidalgo.** Se muestra la lista de los municipios relevantes, ordenados de mayor a menor, de acuerdo a la tasa de mordedura cada 100,000 personas.

#### **Tendencia de mordedura de serpiente por género en el Estado de Hidalgo.**

La prueba de homogeneidad realizada, nos demuestra que la frecuencia de accidente ofídico entre hombres y mujeres, no es homogénea en el estado de Hidalgo, durante el periodo de estudio ( $X^2= 22.609$ , g.l=13,  $p<0.05$ ). De esta manera se puede determinar cuál es el sexo que es más frecuentemente afectado por la mordedura de serpiente. Como se puede observar en la **Figura 7**, en todos los años de estudio, el número de casos totales de accidente ofídico en hombres es mayor que la frecuencia en mujeres.



**Figura 7.- Frecuencia de mordedura de serpiente por género.** Se muestran los números totales de casos reportados de mordedura por serpiente, separada por género.

La media anual de casos reportados en hombres es de 215, con el 78% de los casos totales, en cambio la media anual en mujeres es de 63 casos, con el 22% de los casos totales, como se puede observar en la **Tabla 2**.

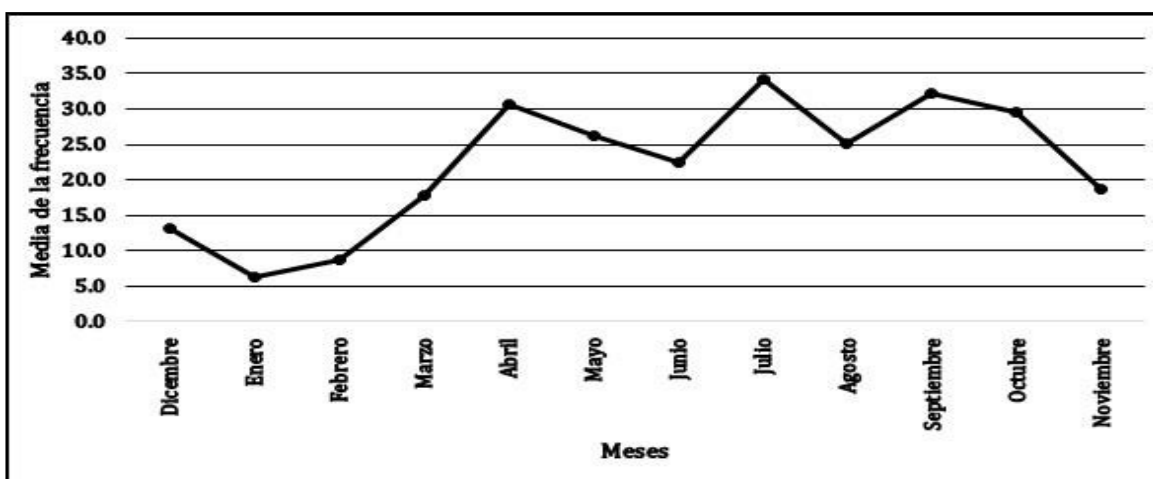
	Total	Media	Máximo	Mínimo
Hombres	3034	215	262	181
Mujeres	898	63	89	48

**Tabla 4.- Cifras de la frecuencia de mordedura de serpiente por género.** Se muestran los datos totales obtenidos, de los casos reportados de mordedura separados por sexo, además de su media anual respectivamente, y la frecuencia máxima y mínima de cada uno de los sexos.

Este tipo de comportamiento puede deberse a actividades antropogénicas y propias de género, las cuales aumenten el encuentro entre el ser humano y las serpientes.

## Reporte mensual de accidente ofídico en el Estado de Hidalgo.

La prueba estadística que se realizó indica que los casos reportados de mordedura por serpiente, no son homogéneos a lo largo del año en el estado de Hidalgo, ( $X^2=334.33$ , g.l=143,  $p<0.05$ ). De esta manera se indica que a lo largo del año existen meses en los cuales la mordedura de serpiente puede ser más frecuente.



**Figura 8.- Tendencia de la media de mordedura de serpiente de cada mes del año.** Se observa la dinámica de la frecuencia de accidente ofídico, de acuerdo a la media anual de cada uno de los meses.

Mes	Media	Máximo	Mínimo
Enero	6	15	1
Febrero	8	21	4
Marzo	17	35	9
Abril	30	59	19
Mayo	26	55	18
Junio	22	36	10
Julio	34	43	29
Agosto	25	58	5
Septiembre	32	46	15
Octubre	29	42	22
Noviembre	18	31	13
Diciembre	13	22	9

**Tabla 5.- Datos de la mordedura de serpiente, ordenados por mes.** Los meses del año con su respectiva media anual de la frecuencia de mordeduras por serpiente, así como la frecuencia máxima y mínima entre los

Como se puede observar en la **Figura 8**, la frecuencia de mordedura de serpiente no se comporta de manera uniforme a lo largo del año en el estado, teniendo así meses del año, donde la frecuencia de mordedura es mayor y otros donde no están frecuente. En el mes de marzo se comienza a ver un incremento en los casos de mordedura, hasta que en el mes de abril se puede observar se llega a un máximo, a partir del cual se puede observar que la frecuencia de mordedura se comporta de manera similar hasta el que en el mes de octubre empieza a disminuir. Como se puede observar en la **Tabla 5**, existen tres meses que presentaron una media de más de 30 casos a lo largo de los 14 años de estudio, estos son: el mes de julio presento una media anual de 34 casos reportados, el mes de Septiembre con una media anual de 32 casos y el mes de abril con una media mensual de 30 casos. De igual manera existen tres meses en los cuales no es muy frecuente la mordedura de serpientes, estos meses son: El mes de diciembre con una media anual de 13 casos reportados, el mes de Febrero con una media anual de 8 casos reportados, y el mes de Enero con una media anual de 6 casos reportados. De esta manera se puede observar que la mayor parte del año, se presentan mordedura de serpiente, siendo más frecuente en las temporadas de primavera, verano y otoño, y menos frecuente en la temporada invernal.

#### **Asociación de las zonas de mayor incidencia con el uso de suelo y distribución de serpientes.**

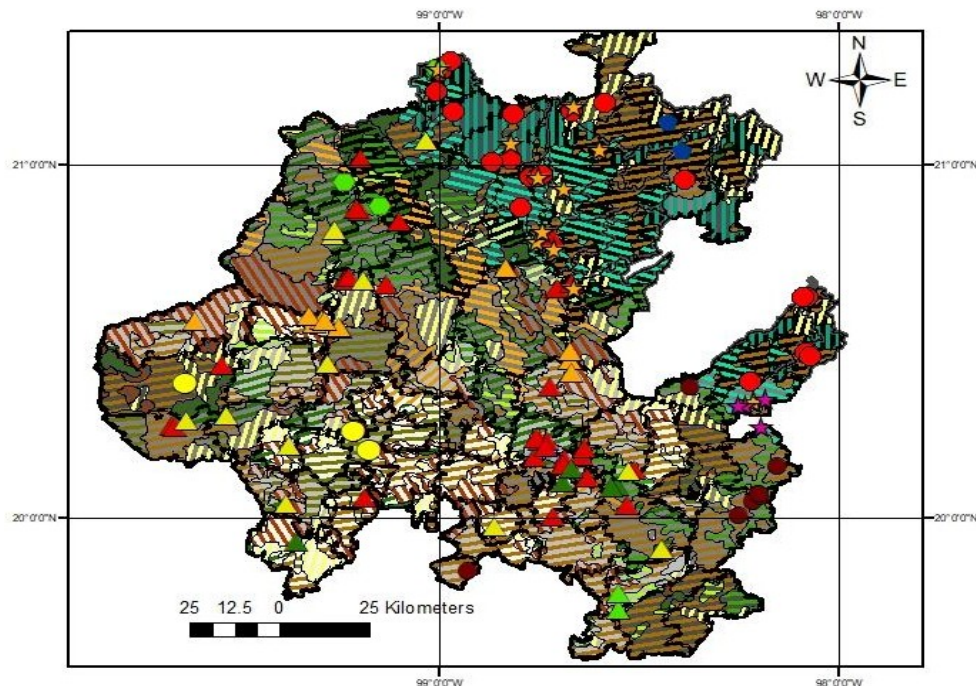
La información anterior muestra los municipios con alta incidencia de mordeduras de serpiente y se describe la dinámica de este factor de riesgo, a lo largo del tiempo de estudio. Observando una tendencia hacia el sexo masculino y hacia ciertas temporadas del año. Lo cual puede estar asociado a ciertas actividades antrópicas, y propias de la biología de la serpientes, presentes en cada uno de los municipios.

Debido a que existen actividades que están relacionadas con la mordedura de serpiente, como la agricultura. Se consultaron bases de datos de INEGI donde se encontró, el porcentaje o porción de tierra que este dedicada a la agricultura dentro de cada municipio, el porcentaje de la población económicamente activa que se dedica al sector primario, así como el tipo de cultivos que se practican dentro del territorio y el nivel de desarrollo económico. De esta manera poder observar si es que en los municipios, el factor de la agricultura y el desarrollo socioeconómico del mismo pueden ser factores que puedan estar relacionados con la mordedura de serpiente dentro de cada municipio con cifras elevadas.

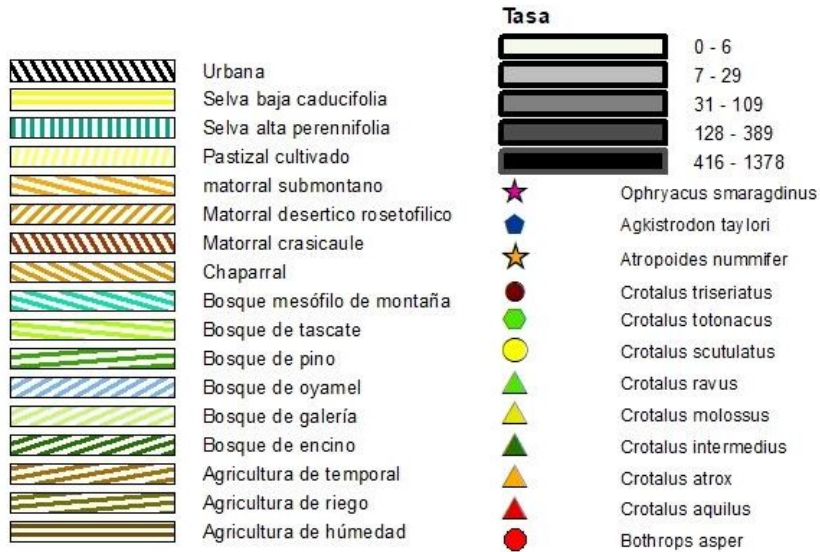
A continuación se muestra la sobre posición de la vegetación y uso de suelo, sobre los municipios del estado. De igual manera se puede observar la distribución de las serpientes venenosas en territorio hidalguense. Por lo tanto se busca asociar estas variables a zonas de alta incidencia de mordedura.

En la **Figura 6** se puede observar, los municipios con alta incidencia de mordedura, la mayoría se distribuyen en la parte norte y este del estado, por lo que se trató de determinar, cual es la vegetación y uso de suelo de cada uno de estos municipios. En las **Figuras 4 y 9** se puede observar que gran parte del estado de Hidalgo, está dedicada a la agricultura, ya sea de riego o de temporal, de esta manera la probabilidad de que exista una mordedura de serpiente es alta.

Primero se analizaron los 14 municipios, que presentaron las tasas de mordedura más levadas. Debido a que los cálculos de las tasas de mordedura guardan relación con el tamaño poblacional de cada uno de los municipios. Se buscaron datos que brindaran la información de cuál es el porcentaje de la población económicamente activa (PEA), que se dedica al sector primario, de cada uno de estos municipios con alta incidencia de mordedura. El municipio de Tlanchinol, presentó una cifra por encima del 70% de su PEA dedicada al sector primario, siendo este uno de los primeros municipios con altos casos de mordedura. Mientras la mayoría de los municipios se localizan en un rango entre 40 y 60% de la PEA dedicada al sector primario. De estos municipios, tan solo 2 de ellos, presentaron una cifra menor al 40%, dedicada al sector primario, estos municipios fueron; Jacala de Ledezma y Zacualtipan de Ángeles (INEGI, 2010).







**Figura 9.- Mapa de uso de suelo y distribución de serpientes en el estado de Hidalgo, sobre tasas de mordedura.** Se muestra la superposición de la vegetación, uso de suelo y distribución de serpientes, sobre la capa de tasas de mordedura, por cada municipio.

Como se puede observar, en estas zonas del estado, la agricultura es una de las fuentes principales de empleo. Por lo tanto de acuerdo a datos de INEGI, se pudo determinar cuáles son los cultivos que más se practican dentro de cada uno de estos municipios. Por lo que se observó que el cultivo de maíz junto con el cultivo de frijol y café de la variedad cereza, son los más comunes en la región. Seguido del cultivo de caña de azúcar, hortalizas y árboles frutales como la naranja, limón, guayaba, mango y aguacate (INEGI, 2010). Cada uno de estos cultivos practicados, expone a cada uno de los trabajadores a sufrir algún encuentro traumático con alguna de las serpientes venenosas.

Además de que el tipo de vegetación más ampliamente distribuido en esta zona del estado, es el bosque mesófilo de montaña, seguido de selva, pastizales y bosque de coníferas, como se puede observar en la **Figura 9** (INEGI, 2010). Esto ayuda a asociar el tipo de vegetación con la distribución de las serpientes venenosas en el estado, debido que es amplia la cantidad de especies, que se distribuyen a lo largo del estado.

Debido a lo anterior, se busca asociar las especies de serpientes venenosas, a cada uno de los municipios, tomando en cuenta su distribución real, basada en los puntos de distribución de cada una de las especies presentes **Figura 9**, y el tipo de vegetación al cual están asociadas. De esta manera se determinó la presencia de las especies de serpientes venenosas en estos municipios, estas fueron; y *Crotalus aquilus*, como aquellas que probablemente estén asociadas con los casos de mordedura, seguido

de estas, se podrían asociar en menor porción las especies; *Agkistrodon taylori*, *Crotalus totonacus* y *Crotalus atrox*, como aquellos otros agentes que pueden estar involucrados, con la mordeduras en esta parte del estado de Hidalgo. De esta manera se podría determinar, la gravedad de la mordedura en estos lugares, de acuerdo del tipo de veneno que presenta cada una de estas especies.

Otro de los factores que se ve involucrado en la incidencia de mordedura de serpiente, según ciertos autores es la cantidad de rezago económico que exista en las comunidades, debido a que toma en cuenta, el grado de desarrollo con la que cuenta cada una de ellas. Ya que si se habla de zonas con alto rezago económico, se puede decir que son comunidades o zonas, donde los servicios básicos son escasos, al igual que el desarrollo habitacional, debido a que la mayoría de las viviendas no cuentan con muros sólidos, lo cual facilitaría la entrada o alojamiento de organismos ponzoñosos o venenosos como las serpientes y de esta manera incrementar la probabilidad de algún encuentro traumático. Por lo tanto se investigó cual era el grado de rezago económico de cada uno de los municipios. De esta manera se pudo determinar que la mayoría de los 14 municipios se encuentra en una situación de rezago económico alto y son de ámbito rural. Por lo cual es más probable que exista casos de envenenamiento de dichos organismos.

Aunque estos sean los primeros municipios en presentar altos números de mordedura de serpiente, también existen otros más que presentan cifras elevadas de mordedura, como son aquellos que se encuentran iluminados en tonalidades de gris oscuro en la **figura 6**, estos municipios presentaron una tasa entre 31 y 389 casos cada 100,000 personas. Por lo cual se determina que son municipios a los cuales, se les tiene que presentar debida atención.

Para estos municipios que se distribuyen principalmente en la zona centro, norte y sur del estado, de igual manera se recaudaron los mismo datos. De esta forma se pudo determinar la situación de su población económicamente activa y el porcentaje dedicada al sector agropecuario. La mayoría de los municipios presentan más del 40% de su PEA dedicada al sector agropecuario, de estos los que presentaron bajo porcentaje con 6% y 15%, fueron Tulancingo de Bravo y Tlahuelilpan, respectivamente.

Los cultivos más comunes en esta zona del estado son el maíz, frijol, hortalizas. Seguido del cultivo de gramíneas, agave pulquero y el cultivo de café. Por último el cultivo de árboles frutales, caña de azúcar y cultivo de algunas gramíneas como la avena. El tipo de vegetación que se puede observar en estos municipios de mediana frecuencia de mordedura, son en primer lugar bosques de coníferas, seguido de bosque mesófilo, selva, pastizales, matorral submontano y matorral crasicaule. Observando de esta manera un cambio de vegetación para esta zona del estado.

Al igual que el cambio en la vegetación, también la distribución de las especies de serpientes, es diferente, en este caso como se puede observar en la **Figura 9**, dentro de estos municipios de mediana incidencia de mordedura, se distribuye al noreste las especies *Bothrops asper* y *Agkistrodon taylori*. En la parte norte, centro, sur y oeste del estado se pueden encontrar distribuidos algunas especies del género *Crotalus* como: *Crotalus atrox*, *Crotalus molossus* o *Crotalus aquilus*.

En su mayoría estos municipios presenta un grado de rezago económico alto, aunque en menor proporción que en los primeros 14 municipios, la dominancia de las zonas rurales en esta parte del estado es menor, aunque más de la mitad de los municipios siguen manteniendo esta característica.

### **Relación entre las unidades médicas y zonas de alta frecuencia de accidente ofídico.**

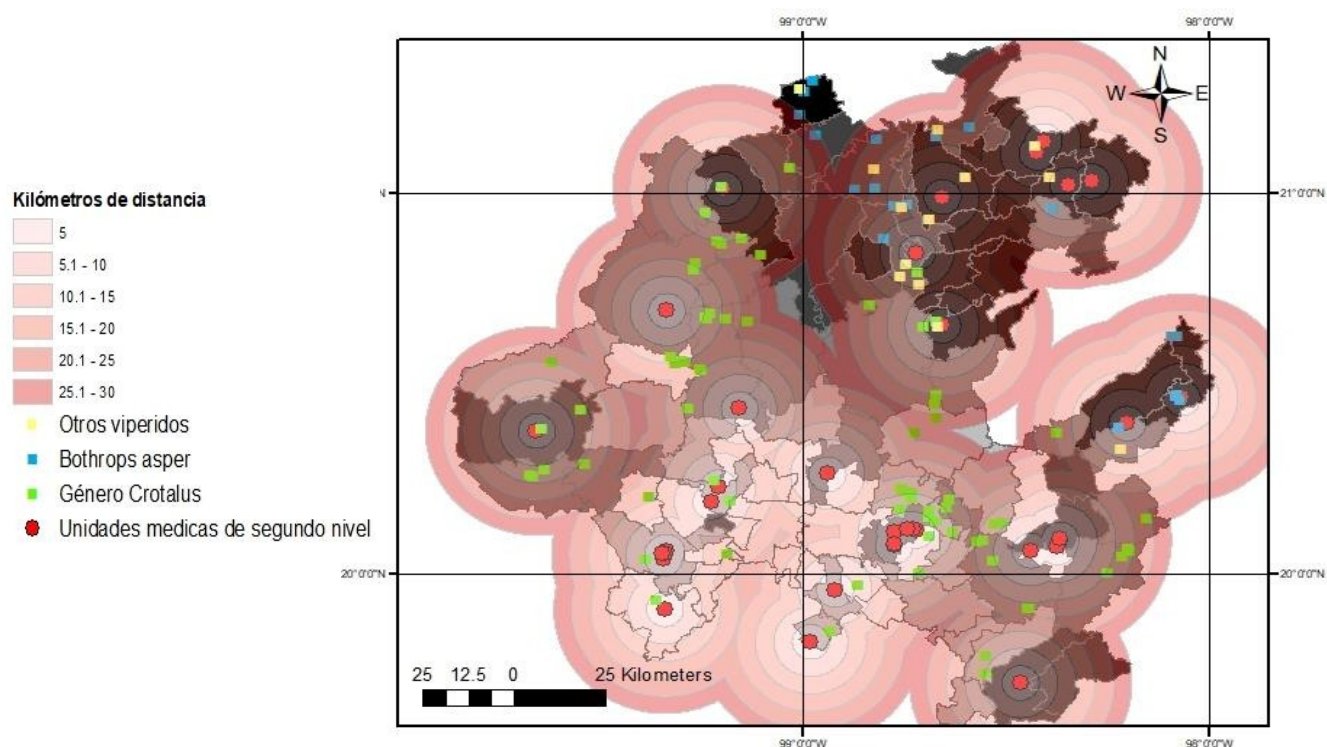
Ya que se sabe la frecuencia de accidente ofídico por municipio y la distribución de viperidos presentes en el estado de Hidalgo. Es importante saber la distribución de los centros médicos capaces de atender, los problemas derivados de una mordedura por serpiente, por lo que se ubicaron los centros médicos de segundo nivel, lo cual incluye a los centros de hospitalización, y en donde existe una amplia probabilidad de que tengan en existencia antiviperidos que puedan contrarrestar el envenenamiento.

Se ubicaron 35 unidades de hospitalización de carácter público a lo largo de territorio Hidalguense. Dentro de las instituciones brindadoras de este servicio público se encuentran: la Secretaría de Salud de Hidalgo (SSH), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales del Trabajador del Estado (ISSSTE), el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y Petróleos Mexicanos (PEMEX) (imagen E). El listado de las unidades médicas se muestra en el **Anexo 7**.

La **Figura 10** se puede observar la distribución geográfica de las unidades médicas de segundo nivel dentro del estado de Hidalgo. Esta distribución nos permite determinar que tanta atención médica adecuada existe en el estado. La mayoría de las unidades se encuentran distribuidas al sur y noreste de Hidalgo. Viendo una ausencia de unidades en la parte centro y centro-norte.

Alrededor de cada uno de los puntos de distribución de los hospitales, se contruyeron unas zonas de buffer, compuesto de 6 anillos, la separación entre cada uno de ellos es de 5 kilómetros, dando así un total de 30 kilómetros a la redonda de cada uno de los puntos. Podiendo observar así de esta manera, la disponibilidad de estos servicios que existe a lo largo de estado de Hidalgo, que si fuera de manera recta el trayecto que se tuviera que recorrer, a cualquiera de las unidades de atención médica de segundo nivel, cualquiera de las personas afectadas estaría a máximo a 30 kilómetros de distancia de alguna de estas instancias médicas, excepto de las zonas donde los servicios de salud son escasos.

Como se puede observar en la **Figura 10**, dentro de los municipios con alta frecuencia de mordedura, se puede observar que existe una adecuada cobertura de este tipo atención médica. Al noreste del estado, que es donde más casos de mordedura se presentaron, existen los hospitales de los municipios de Huejutla de Reyes, Huautla, Atlapexco, Tlanchinol y Lolotla, los cuales deberían de estar preparados ante la probable demanda de varios casos de mordedura, que se pudieran presentar, de igual manera los cuadros clínicos a los que se pueden enfrentar principalmente, son a los derivados de la mordedura por *Bothrops asper* y de algunos otros viperidos como *Atropoides nummifer*, *Agkistrodon taylori* y alguna especie de *Crotalus*. Otros de los municipios con alta frecuencia de mordedura, ubicados en la parte del sureste del estado, también cuentan con hospitales en los municipios de San Bartolo Tutotepec y Huehuetla, y en esta parte del estado, de los signos clínicos que se pueden presentarse son los derivados de la mordedura principalmente de *Bothrops asper*.



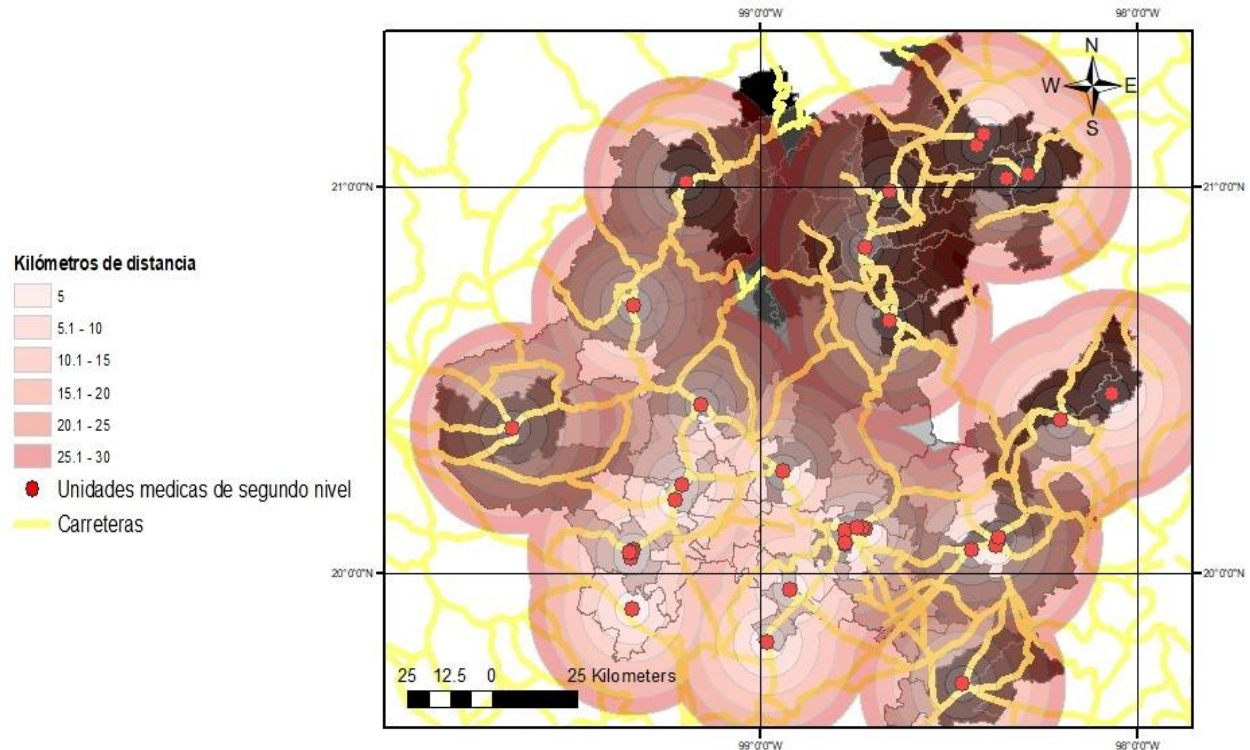
**Figura 10.- Unidades medicas de segundo nivel, zona de buffer y distribución de serpientes.** Se muestra la distribución de la unidades medicas de segundo nivel, junto a una zona de buffer alrededor de cada punto, el cual abarca 60 kilómetros a la redonda. También se puede observar la distribución de serpientes venenosas.

Los demás municipios de que presentan una frecuencia media de mordedura, que se distribuyen a lo largo del estado desde la zona norte, noreste, centro y sureste.

Se puede observar que en la parte centro y sureste, son las partes de del estado con mayor atención médica de segundo nivel, cualquier persona que viva en los municipios de esta zona del estado, se encuentra a una distancia considerable para que pueda llegar a este tipo de unidades médicas, para que puedan ser atendidas adecuadamente. La ausencia de estas unidades, en lugares de mediana incidencia, se puede notar principalmente en la zona norte del estado.

Los signos clínicos que se esperan, podrian ser los derivados de la mordedura de *Bothrops asper*, *Atropoides nummifer* o *Crotalus aquilus*, en la parte noreste del estado. En la parte del centro y sur del estado, los signos clínicos que se esperarían atender serían los derivados de la mordedura de alguna serpiente del género *Crotalus*. Aunque existen municipios que como se puede observar la presencia de *Crotalus scutulatus*, la cual es una especie que posee un veneno, según estudios de acción neurotóxica. Por ejemplo los municipios de Huichapan y Nopala de Villagran son lugares de mediana incidencia de mordedura y en estos lugares puede haber presencia de esta especie, el hospital que pudiera brindar atención médica, se encuentra en el municipio de Huichapan.

Por último, los municipios con baja incidencia de mordedura, se sitúan principalmente en la zona centro y centro-sur del estado, y como se puede observar en la **Figura 10** es la parte del estado en la cual se concentra la mayor parte de los hospitales, Pachuca de Soto es uno de los municipios con un mayor número de hospitales. Dichos hospitales pueden brindar pronta atención médica adecuada a algunos de los municipios con mediana frecuencia de mordedura. Debido a que dentro de estos municipios, la distribución de serpientes venenosas son principalmente del género *Crotalus*, por lo cual los signos derivados de una mordedura en esta parte del estado, estaría principalmente asociada a alguna especie del género *Crotalus*. Teniendo en cuenta que algunos de los municipios al noroeste del estado, se distribuye *Crotalus scutulatus*



**Figura 11.- Mapa de carreteras y unidades de segundo nivel de atención médica, junto a zona de buffer.** Se muestra la relación que existe entre las unidades médicas de segundo nivel.

La cercanía de cada una de las unidades médicas, depende de la disponibilidad que existe para llegar a ellas, esto incluye la cantidad de caminos, medios de transporte y las características del terreno específico de cada municipio, son algunos de los factores que pueden intervenir en el traslado a tiempo a la unidad médica más cercana. Debido a que la zona de buffer que se realizó en la **Figura 10**, solo toma en cuenta la cercanía de cada punto en línea recta, suponiendo que cualquier persona afectada, podría estar a tan solo 30 km de distancia del hospital más cercano, esto supone que la persona tendría que recorrer de manera rectilínea hasta dicha unidad a través del terreno, lo cual es algo que no se acerca a lo posible. De esta manera se pudo sobre poner las carreteras estatales, presentes en el estado de Hidalgo, sobre la capa de tasas de mordedura y las zonas de buffer previamente descritas. Donde se puede observar con más claridad, la distancia a la que se encuentran las unidades médicas de cada uno de los municipios de esta entidad federativa. De esta manera se pudo determinar que en la parte norte y noreste del estado, donde la incidencia de mordedura es alta, la disponibilidad de estos servicios médicos son de difícil acceso, como se puede observar en la **Figura 11**. La gente que sea víctima de un accidente ofídico, tendrá que recorrer una distancia de más de 30 kilómetros antes de encontrarse con una carretera, que la pueda dirigir al hospital más cercano, por lo tanto, el tiempo que le lleve al trasladarse desde algún punto de estos municipios, puede ser de importancia, para

que la víctima no sufra grandes secuelas o peor aún se comprometa su vida. De lo contrario en la parte centro y sur de estado la disponibilidad de estos servicios médicos, se encuentran en una zona de fácil acceso, por lo cual, se puede determinar que las personas afectadas podrían llegar a tiempo a alguno de estos centro médicos.

### **Discusión.**

En el Estado de Hidalgo la frecuencia de mordeduras de serpiente es alta, siendo este uno de los primeros cinco estados de la República Mexicana con más casos reportados, como se puede observar en la **Figura 3**, donde se muestran a las entidades federativas que presentan mayor número de casos reportados durante el tiempo de estudio. Aunque se realizaron las tasas cada 100,000 personas de cada estado, con lo cual se pudo determinar que el estado de Hidalgo, es el tercer estado a nivel nacional con una tasa de mordedura elevada, como se puede observar en la **Tabla 1**. González- Rivera en el 2009 muestra la misma tendencia nacional en la cual Hidalgo se encuentra dentro de los primeros 5 estados con mayor número de reportes (González *et al.*, 2009). De esta manera el estudio epidemiológico de este factor de riesgo en la entidad, es de importancia para poder prevenir futuros casos, y así mantener la salud e integridad de las poblaciones humanas y de las serpientes. Debido a la falta de información sobre la situación de epidemiológica de este factor de riesgo a nivel nacional, no se puede determinar cuáles son los factores que están asociados. Pero de antemano se sabe que la República mexicana, es uno de los países con un importante número de especies de serpientes de importancia médica. Dentro de los géneros de relevancia se encuentra el género *Crotalus*, al cual pertenecen todas las serpientes de cascabel, el género *Bothrops*, al que pertenecen las serpientes, comúnmente llamadas nauyacac, terciopelo, barba amarilla, etc., y por último las serpientes de coral, pertenecientes a los géneros *Micrurus* y *Micruroides*, aunque estas últimas, no son de temperamento agresivo, por lo cual, los casos de mordedura son escasos para estas especies (Zertuche, 1981).

Debido a esta alta frecuencia de mordedura en el estado, se ubicaron los municipios que presentaron alta frecuencia de mordedura, debido a esto se ubicaron a los municipios que presentaron números elevados de mordedura. Primero se realizó la observación de cada uno de los municipios en base al número total de mordeduras, durante el tiempo de estudio, de esta manera el municipio de Huejutla de Reyes fue el que más mordeduras reportó, con un total de 672 casos, con una media de 48 casos anuales, lo cual es una cifra elevada debido a la cantidad de pacientes que deben de ser atendidos anualmente, como se puede observar en la **Tabla 2**, dicho municipio se ubica en la zona noreste del estado, pegado al estado de Veracruz como se observa en la **Figura 6**. Pero las cifras de los casos totales de mordedura no están relacionadas con el tamaño poblacional de cada uno de los municipios, por lo que se tuvieron que realizar las tasas de la frecuencia de mordedura cada 100,000 personas. En las cuales el municipio que se situó en primer lugar, fue Atlapexco con una tasa de 1377 casos cada 100,000 personas como se observa en

la **Tabla 3**, se encuentra en una zona de municipios con altos números de mordeduras como se puede observar en la **Figura 6**. Las cifras más representativas fueron las tasas de mordedura, ya que se pudo localizar a los municipios, que de acuerdo a su tamaño poblacional, la cifra de mordeduras fueron elevadas. Como el caso de Huejutla de reyes, que de acuerdo al número total de mordeduras, ocupaba el primer lugar, pero respecto a las tasas ocupa el onceavo lugar, con 514 casos cada 100,000 personas.

Yañez-Arenas en el 2014, en un trabajo similar, realizado en el estado de Veracruz de 2003 a 2012, registró un total de 3,765 casos. Durante este periodo de tiempo, el municipio que presentó el número más alto de casos reportados fue Tantoyuca con 335 casos y el municipio que presentó la tasa más elevada fue Chicontepec de Tejeda con 541.42 cada 100,000 personas (Yañez-Arenas, 2014). Yañez y colaboradores en el 2016, publicaron un estudio con los mismos objetivos en el estado de Yucatán, en el periodo de 2003 a 2012, se reportaron en total 821 casos. En este lapso de tiempo el municipio del estado de Yucatán que reportó más casos de mordedura fue Xocchel con 151 casos, este mismo municipio presentó la tasa más elevada con 4,666.3 casos cada 100,000 personas (Yañez-Arenas *et al.*, 2016). De estos estudios cabe resaltar la posición en la que se encuentra el estado de Veracruz, respecto al estado de Hidalgo, debido a que el municipio de Chicontepec de Tejeda presentó una alta tasa de mordedura, se encuentra ubicado entre los límites estatales de estas dos entidades, justo en los límites con el municipio de Huejutla de reyes, el cual es uno de los municipios más importantes de acuerdo a su tasa de mordedura de serpiente.

De los trabajos realizados, se menciona que las actividades que están mayormente involucradas en la mordedura de serpiente son: las actividades agropecuarias, domésticas y estudiantiles. De igual manera, dentro de las zonas rurales, es más propenso suceda un encuentro traumático, con algún tipo de serpiente venenosa (Chippaux, 1998; Sotelo-Cruz, 2003; Zúñiga *et al.*, 2013; Cuellar *et al.*, 2016). En los datos proporcionados sobre el accidente ofídico, en el Estado de Hidalgo, no se incluye información personal del paciente, condiciones en las que se llevó a cabo la mordedura, tiempo de traslado, o información de la serpiente que estuvo involucrada, por lo que no se puede determinar la situación específica de este factor de riesgo. De esta manera se trató de inferir los factores que estuvieran involucrados con las frecuencias de mordedura dentro del estado.

Se demostró que la mordedura de serpiente es más frecuente en el género masculino con un 78% por encima del 22% que presentaron las mujeres. Como se puede observar en la **Figura 7**, a lo largo del periodo de estudio, la frecuencia de mordedura se mantiene de manera uniforme, siempre siendo el género masculino el más afectado. Para México Zúñiga y colaboradores en el 2013, en un trabajo sobre los aspectos clínicos y epidemiológicos para México, menciona que también existe una diferencia notable entre la frecuencia de casos de mordedura entre cada sexo, reportando para el género masculino fue de 64% de los casos y para el género



femenino un 36% de los casos, para este caso se tomaron en cuenta, los datos totales del país, pero no expresa lo que sucede en cada uno de los estados, debido a que, este factor de riesgo se comporta de manera diferente en cada uno de ellos (Zúñiga *et al.*, 2013). Para el Estado de Sonora, Sotelo-Cruz en el 2003, en un trabajo realizado, sobre la mordedura de serpiente de cascabel en edad pediátrica, menciona que la frecuencia de las mordidas, fue mayor en el género masculino con un 54.5% (Sotelo-Cruz, 2003). Para el Estado de Tamaulipas, García-Willis *et al.*, en el 2009, menciona que de 171 casos pediátricos, reportados entre 1994 y 2006, el 65% correspondieron al género masculino y el 35% al género femenino (García-Willis *et al.*, 2009). En la mayoría de los casos el género masculino, dobla en porcentaje la frecuencia de mordedura de serpiente, respecto a la frecuencia del género femenino.

Se determinó que los meses de Julio, Abril y Septiembre son los meses en los cuales la frecuencia de mordedura es elevada, con 12.31%, 11.92% y 11.46% respectivamente, los números de cada uno de los meses se puede observar en la **Tabla 5**. También se pudo observar que la mayoría de los casos sucedieron a partir del mes de Abril al mes de septiembre, como se puede observar en la **Figura 8**. En el trabajo de Sotelo-Cruz *et al.* del 2003, menciona que la estacionalidad de accidente ofídico, en los meses de primavera tan solo se reportaron 4 casos con el 7.2%, verano reporto 35 casos con el 63.6% y otoño con 16 casos lo cual equivale al 29.0% de los casos totales (Sotelo-Cruz *et al.*, 2003). García-Willis y colaboradores en el 2009 también describe una tendencia estacional de la mordedura de serpiente, para este trabajo, mencionó que las temporadas del año donde la mordedura es más frecuente son: primavera y verano, época del año en la que la localidad de Tampico, presentan altas temperaturas y humedad, lo cual puede influenciar sobre la conducta de algunas serpientes (García-Willis *et al.*, 2009). González-Rivera en el 2009, realizó un estudio epidemiológico sobre accidente ofídico en la república mexicana, realizado entre 2003-2006, da a conocer una tendencia mensual sobre la mordedura de serpiente a nivel nacional, en el cual menciona que los meses que presentan una alta frecuencia de casos reportados son: el mes de Junio, Julio, Agosto y Octubre (González-Rivera *et al.*, 2009). De esta manera se puede determinar que la tendencia de mordedura en el Estado de Hidalgo, se comporta de manera similar, a la mayoría de los otros estudios. Esto puede estar relacionado con factores antrópicos y biológicos de las serpientes, presentes en cada uno de los lugares. Por lo tanto se buscan los factores que puedan estar relacionados con la mordedura de serpiente en el estado.

Sabiendo que la probabilidad de mordedura en estado de Hidalgo es alta, es de relevancia poder asociar, las especies de serpientes que podrían estar involucradas con este tipo de accidente traumático. Teniendo en cuenta que la distribución de las serpientes, está determinada por la vegetación a la que se asocia. La **Figura 9**, muestra la distribución de las serpientes junto al tipo de vegetación en el estado, además de las zonas de cultivo.

Como se mencionaba con anterioridad en los municipios con altas tasas de incidencias de mordedura, las serpientes que tienen mayor presencia son: *Bothrops asper*, *Atropoides nummifer*, *Agkistrodon taylori* y *Ophryacus smaragdinus*. Los tipos de vegetación presentes en esta parte del estado son: Bosque mesófilo de montaña, selva alta y mediana, bosques de coníferas y zonas de cultivo (Badillo *et al.*, 2011).

*Bothrops asper* es una especie de viperido, que se encuentra asociada principalmente al tipo de vegetación de bosques húmedos tropicales y perennes, aunque ha sido descrita en selva baja caducifolia cerca de cuerpos de agua como ríos o lagos. Es una serpiente de hábitos nocturnos, durante las mañanas se esconde dentro de las hojarasca y las raíces de los árboles. Se ha reportado que tienen hábitos arbóreos, pudiendo encontrar a crías, juveniles y adultos entre las ramas de arbustos o árboles pequeños. Aunado a esto es una especie de conducta agresiva. Los nacimientos de dicha especie, tienen lugar en temporada de lluvias (Campbell, 2004). Esta especie además de los puntos de distribución que se pueden observar en la **Figura 9**, se puede determinar, que tiene una amplia presencia en zonas de alta y mediana frecuencia de mordedura, en el noreste y sureste del estado, debido a la vegetación a la cual se asocia. *Atropoides nummifer* es una especie de viperido, la cual se distribuye principalmente en bosques tropicales y templados como bosques de coníferas. Principalmente es de actividad nocturna, mientras por la mañanas se puede encontrar escondida entre la hojarasca, dentro de las selva o sobre las raíces expuestas de los árboles. Los nacimientos de esta especie suscitan durante la temporada lluviosa de verano (Campbell, 2004). *Agkistrodon taylori*, el tipo de vegetación a la cual se asocia son a bosques tropicales y caducifolios, cerca de cuerpos de agua, en lugares cálidos. Es una serpiente de conducta agresiva. La eclosión de los huevos de esta especie de serpiente, se llevan a cabo durante los meses de Junio – Julio (Campbell, 2004). Debido a esto y a los puntos de distribución de esta especie, se espera esté relacionada con algunos de los casos de mordedura, principalmente en la zona del noreste del estado. *Ophryacus smaragdinus*, es una serpiente de recién descripción, esta serpiente se encuentra asociada a la vegetación es a los bosques tropicales y boques de pino encino, dentro del estado (Grünwald, 2015). Su distribución se encuentra restringida al sureste, en los municipios aledaños al estado de Veracruz, como San Bartolo Tutotepec, por lo tanto es importante saber que algunos casos de accidente ofídico, puede estar relacionados a la mordedura de esta serpiente en esta zona del estado.

En el resto del estado donde se encuentran municipios con mediana y baja incidencia de mordedura. El tipo de vegetación presente es: Matorral submontano, Matorral crasicaule, selva baja caducifolia, pastizal y bosque de coníferas. La distribución de especies del género *Crotalus* es mayoría en esta parte del estado como se puede observar en la **Figura 9**, La mayoría de las especies tiene una tendencia hacia los tipo de vegetación como bosque de coníferas, praderas rocosas,

bosques caducifolios y climas templados (Amstrong & Murphy, 1979; Campbell, 2004), de esta manera la especies de este género, son más probables a que se encuentren en la parte central, norte, sur y noroeste del estado, como se puede observar en la **Figura 9**, siendo así que los casos de accidente ofídico que se presenten en estas zonas del estado, el género *Crotalus*, podría ser el principal causal. La mayoría de las especies de este género, tienen hábitos crepusculares o diurnos, algunas como *C. atrox* son actividad nocturna y por la mañana, algunas de estas especies se pueden encontrar entre las piedras en zonas de percha, entre la hojarasca, entre los tocones o entre los magueyes. La mayoría de estas serpientes tiene crías durante la temporada lluviosa del año, que comprende desde el mes de junio hasta el mes de octubre, algunas de ellas se vuelven muy territoriales en esta época del año, como el ejemplo de *C. atrox*. *C. molossus*, es una especie, que de acuerdo a registros, puede presentar hábitos semiarborícolas. Una de las especies de *Crotalus* de gran importancia es *Crotalus scutulatus* debido a la acción de su veneno (Badillo *et al.*, 2011; Amstrong & Murphy, 1979; Campbell, 2004).

Los cultivos más frecuentes en los municipios son: Maíz, frijol, café cereza, caña de azúcar, plátano, cítricos, siembra de hortalizas y siembra de maguey pulquero. Cada uno de estos cultivos tiene formas distintas de cultivo, mantenimiento y cosecha, lo cual pueda aumentar la probabilidad del encuentro con alguna serpiente venenosa. En su mayoría los municipios tienen un alto porcentaje de gente económicamente activa, dedicada al sector agropecuario.

La mayoría de los cultivos de maíz (*Zea mays*), son de tipo temporal, lo que significa que el cultivo depende de la temporada de lluvias para poderse desarrollar. El cultivo de maíz, contempla varios pasos, el primero de ellos es la preparación de la tierra. El segundo es la siembra la cual se lleva a cabo en los meses de Marzo–Mayo este paso se efectúa de manera manual, haciendo pequeños hoyos en la tierra y depositando la semilla o esqueje de la planta de maíz, esta actividad se realiza a ras de suelo. La otra etapa del cultivo de maíz que es importante por el riesgo que implica en la cosecha, la cual se lleva a cabo, después de la mitad del año, en los meses que van de Septiembre-Diciembre, en estos meses el crecimiento del cultivo puede llegar medir alrededor de 1.20 m de alto (Avila, 1981).

El cultivo de frijol (*Phaseolus sp*) es uno de los más abundantes dentro de los municipios, que presentaron altos niveles de mordedura de serpiente. La siembra de esta planta es temporal, dado que la siembra depende de las lluvias para su desarrollo, esto hace que el periodo de siembra de la semilla sea entre los meses de Mayo-Julio. Para que se concluya con la cosecha en los meses de Agosto-Octubre, este último proceso se lleva a cabo por las mañanas (Universidad de Chapingo, 2011). Teniendo en cuenta que algunos de los procesos que llevan a cabo dentro del cultivo se realizan a mano, y sin ningún tipo de protección.

El cultivo de café (*Coffea arabica*) tiene una alta representatividad en el estado de Hidalgo, este cultivo es de tipo perene, dado a que la planta de café puede florear

hasta 3 veces por año, las condiciones que necesita la planta para desarrollarse, son zonas con alto porcentaje de humedad, provistas de lugares con mucha sombra, debido a esto, los lugares que se destinan a la producción están provisto de amplia vegetación, principalmente perteneciente a selva alta y mediana. La cosecha del fruto de la planta de café, se hace de manera manual, fruto por fruto (Figuerola-Hernández *et al*, 2014). Debido a que la colecta del fruto es de manera manual, y los trabajadores, se adentran al cultivo sin ninguna protección, la probabilidad de que exista algún encuentro con alguna serpiente venenosa.

Otro de los cultivos frecuentes en los municipios de alta frecuencia de mordedura es el de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Este es un cultivo, que tarda mucho tiempo en desarrollarse, debido a que la planta, pasa por varios estadios hasta que se encuentra lista para cosecharse. El proceso de cosecha de la caña de azúcar de manera abrasiva, debido a que antes de que los trabajadores se adentren al cañaveral, al cultivo se le pasa fuego, para poder eliminar animales que son potencialmente peligrosos para las personas encargadas, como serpientes, roedores, arañas, etc. (CONADESUCA, 2015). A pesar de las prácticas de este cultivo a la hora de realizar la cosecha, no deja de ser un riesgo para los trabajadores.

El cultivo de árboles frutales como el de naranja (*Citrus sp*), son cultivos que duran todo el año, debido a que varios de ellos llegan a florear varias veces a lo largo del año. Los árboles, son de copas amplias debido a varias podas que se le hacen para aumentar la producción. A lo largo de la producción de estos árboles frutales varias veces se tiene que limpiar de malezas, que pudieran afectar el desarrollo óptimo de los árboles frutales, acción que se lleva acabo a mano o químicamente con aspersor manual. Tanto la poda de los árboles como la poda de los mismos, se realizan entre los meses de Junio-Septiembre (Curti-Díaz, 1998). Las acciones previas a la cosecha, se realizan de forma manual y a pie a lo largo del cultivo, lo que hace muy probable, algún encuentro entre trabajadores y alguna serpiente.

El cultivo de hortalizas es otro de los cultivos que más se practica en zonas de alta y mediana incidencia de mordedura, se consideran hortalizas a los cultivos de: Zanahoria, papa, lechuga, cebolla, ajo, betabel, jitomate, etc. El cultivo de estos vegetales, en su mayoría se realiza a mano. La época de siembra de cada una de las plantas varía a lo largo del año, algunas se cultivan y se cosechan durante todo el año. La actividad de cosecha se efectúa de manera manual a ras de suelo cortando con un machete, cuchillo o jalando la planta para poder extraerlos del suelo (Dora, 2016). Debido a las actividades que se realizan a mano, durante el desarrollo del cultivo, principalmente durante la cosecha, se pone en riesgo la salud de los trabajadores que laboran en ella.

La información recopilada sobre los cultivos que se llevan a cabo en cada uno de los municipios con alta incidencia de mordedura, brindan información importante, sobre las actividades que se llevan a cabo dentro de cada uno de ellos. La mayoría

de estos cultivos tienen actividades de campo, en las cuales se involucra el uso directo de las manos, y los trabajadores no cuentan con protección adecuada, que les permita mantenerse a salvo de cualquier encuentro con algún animal ponzoñoso, dentro del cultivo. Un anuario estadístico del estado de Hidalgo en el 2017, menciona que alrededor del 80% de la población económicamente activa que se dedica a la agricultura, alrededor del 80% pertenecen al género masculino y alrededor del 20% son mujeres (INEGI, 2017). De acuerdo a estas cifras, se puede determinar, que debido a que el género masculino es el que mayormente se dedica al sector agrícola, son los individuos que tienen más probabilidad de ser mordidos, como se puede observar en la **Figura 7**, que a lo largo de los 14 de años de estudio en el estado de Hidalgo, siempre fue el género masculino que presentó la frecuencia más alta de mordeduras por serpiente.

La mayoría de los cultivos se desarrollan entre los meses de Mayo-Septiembre, meses en los cual la mordedura de serpiente es más frecuente, como se puede observar en la **Figura 8**, donde después del mes de abril se ve una alza en la frecuencia de mordedura, lo cual puede deberse a las actividades agrícolas que se realizan durante esos meses.

Los venenos de la familia Viperidae, son de carácter hemorrágico, citotóxico, miotóxico e inflamatorio, principalmente. Debido a lo componentes que posee cada uno de los venenos de las serpientes perteneciente a esta familia. Existen una enzimas llamadas fosfolipasas, las cuales tienen la capacidad de comenzar un proceso necrótico en la zona afectada. Las metaloproteinasas son enzimas encargadas de la digestión enzimática de la matriz extracelular, lo cual provoca, daños en las células endoteliales y hemorragias locales o sistémicas. Miotoxinas, son moléculas que actúan sobre las fibras musculares, provocando dolor y flacidez muscular. También existen sustancias dentro del veneno, que promueven los procesos de inflamación, empezando con la liberación de histamina en la zona afectada. El estudio específico del tipo de veneno de cada una de las especies de viperidos no se encuentra completo, falta desarrollar trabajos enfocados en la clasificación de los venenos de cada una de las especies, debido a pueden existir variaciones incluso entre poblaciones de la misma especie y a lo largo de su desarrollo ontogenético. En México existe un trabajo en sobre la química de algunos venenos de la familia Viperidae, donde se menciona que el veneno de *Bothrops asper*, es uno de los venenos con mayor actividad tóxica, teniendo una tendencia hacia toxinas, que provocan actividad procoagulante y necrotizante, sin presentar una alta actividad hemorrágica, además varios autores coinciden en que *Bothrops asper* es una especie que está ligada a la mayoría de los accidentes ofídicos en Latinoamérica. En el mismo estudios se analizaron los venenos de las serpientes *Agkistrodon billineatus* y *Athropoides nummifer*, los cuales tuvieron una acción similar, siendo en su mayoría de actividad necrotizante, además de los propios signos derivados de la mordedura por viperidos como la actividad hemorrágica, necrotizante e inflamatoria. Estas especies de viperidos, son las que se pueden

encontrar ligadas a las mordeduras, que se presenten en los municipios con mayor incidencia de mordedura (**Tabla 3**), de esta manera se tiene que prestar atención al tipo de signos clínicos que se presentan, derivados de la mordedura de estas serpientes, o de acción similar en el caso de *Agkistrodon taylori*. En el resto del estado de Hidalgo el género *Crotalus*, se distribuye en los municipios de baja y mediana incidencia de accidente ofídico, aunque algunas de estas especies se pueden encontrar dentro de municipios con alta incidencia. Debido a que en el estado se distribuyen 8 especies de este género, no todos los venenos de cada una de ellas han sido estudiados, se espera que los signos clínicos sean parecidos entre ellas, como la actividad necrótica y hemorrágica. Además de estos signos clínicos mencionados, existen otras manifestaciones en la persona mordida, de acuerdo al grado de envenenamiento que presente son: dolor en la zona afectada, inflamación, edemas, cuando es un envenenamiento leve. Dolor abdominal, dolor de cabeza intenso, vómitos y fallas sistémicas, cuando el envenenamiento es grave, entre otras manifestaciones. Dentro de las especies de *Crotalus* se encuentra *Crotalus scutulatus* que según estudios como el de Roodt y colaboradores en el 2005, mencionan que presenta uno de los venenos más letales, debido a que presenta proteína de alta capacidad neurotóxica, lo cual la hace uno de los únicos viperidos con veneno de acción neurotóxica conocidos hasta el momento, junto con su homóloga sudamericana *Crotalus durissus terrificus*, la cual también posee una molécula de acción neurotóxica (Gutiérrez, 2002; Roodt *et al.*, 2005). Los municipios en los cuales se tiene registro de *Crotalus scutulatus*, son: Ajacuba, Huichapan y Mixquiahuala, así de esta manera, en estos municipios se recomienda, estar preparados debido a que algunas de la mordidas de serpiente reportadas, podrían estar ligadas al tipo de veneno neurotóxico, propio de esta especie de serpiente. Dentro de este trabajo no se tomó en cuenta a especies pertenecientes a la familia elapidae, debido a la falta de puntos de distribución, sin embargo es de importancia mencionar que dentro del estado, según Fernández-Badillo y colaboradores en el 2011 se distribuyen tres especies de *Micrurus*, la cual es un género de serpiente que presenta veneno de actividad neurotóxica. *Micrurus bernadi*, esta especie ha sido observada en los municipios de Tlanchinol, Huazalingo y Zacualtipán. *Micrurus diastema*, con distribución en los municipios de Zacualtipán y Huehuetla. Por último *Micrurus tener*, la cual se distribuye en los municipios de Ixmiquipán, Valle del Mezquital, Metztlán, Tepehuacán de Guerrero y Tlanchinol. Aunque el porcentaje de encuentros traumáticos con organismos perteneciente a este género es muy baja, aun se tiene que tener en cuenta que poseen uno de los venenos más potentes, debido a su acción sobre el sistema nervioso (Gutiérrez, 2002; Tay-Zavala *et al.*, 2002; Badillo *et al.*, 2011; Zuñiga-Carrasco *et al.*, 2013).

De acuerdo a los datos obtenidos a través de la SEDESOL, se pudo saber la situación de rezago económico y grado de marginación de cada uno de los municipios que presentaban altas tasas de mordedura. Donde la mayoría de las localidades tienen un grado de marginación alto y son de ámbito rural, lo que quiere

decir que las condiciones bajo las que vive la gente que habita en esos lugares, lo hace con los recursos mínimos necesarios. Como la mayoría de las viviendas de zonas rurales, no cuentan con cimientos firmes que les permita, mantenerse aislados, de posibles encuentros accidentales con alguna serpiente, debido a las condiciones de la vivienda, como lo señala Guerra-Centeno en el 2017, la cual menciona que debido a las condiciones austeras de vivienda, la serpientes pueden adentrarse a los hogares, debido a que no se cuenta con la protecciones adecuadas, de esta manera se pueden ocasionar encuentros, que pueden derivar en una mordedura (Guerra-Centeno, 2017). Además en un trabajo realizado por Harrison y colaboradores en el 2009, determinaron que la mordedura de serpiente, es el padecimiento de la pobreza, ya que lo asocian negativamente con: la agricultura, el índice de desarrollo humano y el presupuesto del gobierno dedicado a la salud (Harrison *et al*, 2009). Por lo tanto las localidades que se señalaron como zonas de interés, de acuerdo a la tasa de mordedura, son zonas donde se tiene que prestar atención a futuros casos, de acuerdo con estos factores mencionados.

Después de haber mostrado los municipios del estado de Hidalgo que presentan altas incidencias de mordedura por serpiente, la distribución de los géneros de serpientes venenosas, su relación que tiene con actividades antropogénicas, el grado de rezago económico y social que existe en cada una de las comunidades. Además de poder asociar los tipos de signos clínicos que se podrían presentar, de acuerdo al tipo de veneno presente en la serpiente.

De esta manera es de importancia, poder ubicar unidades médicas adecuadas para la atención de las posibles personas afectadas. Por lo tanto en el estado se ubicaron 35 unidades de segundo nivel **Figura 10**, pertenecientes a distintas instituciones prestadoras de servicios de salud. Estas instalaciones son las adecuadas debido a que deberían tener los recursos necesarios para atender este tipo de factor de riesgo.

La mordedura puede complicarse, debido a ciertas cuestiones, como: La cantidad de veneno que fue inoculada en el afectado, la edad del paciente, adultos mayores y niños son los más propensos a complicaciones, también la zonas corporales más sensibles son la cabeza y las zonas del torso, por último y más importante es el tiempo que se tarda el paciente en recibir atención médica adecuada, entre más rápido se reciba la atención, menor será la probabilidad de que el encuentro traumático deje secuelas graves en el afectado o se vea comprometida la vida del paciente (Sotelo-Cruz, 2003; García-Willis *et al.*, 2009; Gonzáles-Rivera *et al.*, 2009; Gil-Alarcón *et al.*, 2010).

Debido a esto a cada uno de los puntos de distribución de las unidades médicas de segundo nivel, se agregaron las zonas de influencia, las mismas que ayudan a identificar los municipios del estado, que cuentan con hospitales a una distancia considerable, para poderse tratar en caso de mordedura. Para este estudio las zonas de influencia que se calcularon alrededor de cada hospital, fue de 30

kilómetros, considerada una distancia cercana para que cualquier persona, desde cualquier punto del estado, se pueda trasladar con tiempo en línea recta, para ser atendido. Estas suposiciones solo son tomando en cuenta que no existe dificultad en el camino, para llegar al hospital más cercano.

En la **Figura 10**, se puede observar la distribución de las serpientes presentes en el estado de Hidalgo, para poder prevenir a los hospitales y al personal que atiende dichas instalaciones, sobre el riesgo que existe dependiendo del tipo de serpiente que podría estar involucrada, de acuerdo a la ubicación del hospital. De esta manera, mantener al personal médico capacitado y alerta, principalmente en la época del año en las cuales, los casos de mordedura aumentan, durante los meses de abril-septiembre, de igual manera en la zonas con medianas y altas tasas de mordedura como lo son la zonas centro, norte y este del estado de Hidalgo.

Debido a que las zonas de influencia, solo toman en cuenta la distancia en línea recta que tendrían que recorrer las personas afectadas, para llegar a la unidad médica más cercana. No demuestran lo que en realidad podría representar llegar hasta una de estas unidades. Debido a que la disposición de caminos, transporte es escasa en algunos de los municipios con altas y medianas tasas de incidencia de mordedura. Es por eso que se sobrepusieron las carreteras estatales, como se puede observar en la **Figura 11**, para poder determinar con mayor precisión el tiempo que le costaría a las personas, trasladarse hasta el hospital más próximo. De esta manera se puede observar que existen algunos municipios, principalmente en la zona del noreste del estado, donde la lejanía de las carreteras, complicaría la llegada de cualquier persona afectada a algún lugar donde sea atendida adecuadamente. Esto debido a que el traslado a la carretera más próxima en estos lugares, podría representar un viaje de horas, sobre carreteras de terracería o veredas de difícil acceso. Tiempo que sería de vital importancia para el traslado adecuado de la víctima.

Aunque existen municipios del estado, los cuales se encuentran a más de 30 kilómetros para poder llegar a un lugar médico adecuado para recibir atención, lo importante se encuentra en que son municipios que presentan mediana y alta incidencia de mordedura. La parte norte del estado de Hidalgo, los municipios de Pisaflores, Chapulhuacan y San Felipe Orizatlan, son municipios con alta incidencia. Los municipios con mediana incidencia son: Tlahuiltepa, Cardonal y Eloxochitlan, los cuales se ubican en la parte centro-norte del estado.

Para un traslado exitoso de la persona afectada al hospital más próximo, se recomienda tomar acciones preventivas. Dentro de las acciones que no se le deben practicar a la persona afectada son: aplicar torniquetes en el área afectada, poner hielo en la zona de la mordida, succionar el veneno, realizar cortadas longitudinales o transversales en la zona afectada, este tipo de prácticas invasivas en lugar de ayudar al afectado, complican el tratamiento, comprometen el estado de salud y la vida del paciente. En este caso lo que se recomienda es tranquilizar a la persona



afectada e impedir que realice actividades que aumenten su presión sanguínea, de esta manera el veneno tardará más en llegar a órganos vitales (Sotelo-Cruz, 2003; García-Willis *et al.*, 2009; Gil-Alarcón *et al.*, 2010).

### **Conclusiones.**

El estado de Hidalgo es uno de los primeros cinco estados de la República mexicana que presenta mayor incidencia de mordedura por serpiente. De acuerdo a las tasas de incidencia en el estado, este ocupa el tercer lugar a nivel nacional.

De acuerdo a los números totales de casos de accidente ofídico se encuentran los municipios: Huejutla de reyes, Tlanchinol, Atlapexco, Tulancingo de Bravo, San Bartolo Tutotepec, Huehuetla y Zacualtilpan de Ángeles. Respecto a la tasa de incidencia de cada 100,000 personas se encuentran 14 municipios, como lo son: Atlapexco, San Bartolo Tutotepec, Tlanchinol, Tinaguistengo, Jacala de Ledezma, Xochicoatlán, Calnali, Huehuetla, Pisaflores, Huzalingo, Huejutla de Reyes, Zacultipan de ángeles, Huautla, Juárez Hidalgo. La mayoría de dichos municipios se encuentran distribuidos en la zona noreste y este del estado.

La tendencia anual de accidente ofídico en el estado, indica que el género que más se ve involucrado en este tipo de accidentes es el género masculino, con más del 60% de la frecuencia total durante los 14 años de estudio. Los meses del año, en los cuales la mordedura de serpiente es más frecuente son: los que van desde el mes de abril hasta el mes de septiembre, siendo este un patrón que se repite a lo largo de los 14 años de estudio.

Las especies de serpientes que podrían estar involucradas en los reportes de mordedura en municipios con alta incidencia de mordedura son: *Bothrops asper*, *Atropoides nummifer* y *Agkistrodon taylori*. Siendo así que los signos clínicos más frecuentes debidos a estas especies de serpientes son los necrotizantes. Después de los municipios con alta frecuencia de mordidas, siguen los medianamente frecuentes. Estos municipios se encuentran distribuidos en la zona centro del estado, donde se distribuyen principalmente, organismos pertenecientes al género *Crotalus*. De esta manera los signos clínicos que se podrían presentar en esta zona del estado son principalmente hemorrágicos y necrotizantes. En las zonas de alta frecuencia de mordedura, grandes porciones de territorio se dedican a la agricultura. Dentro de los cultivos más frecuentes se encuentra, el cultivo de maíz, café, caña de azúcar, frijol y árboles frutales. Justo la temporalidad de la mordedura de serpiente en el estado, coincide con los meses en los cuales los cultivos presentan mayor actividad, así mismo el género masculino es el más afectado debido a que en el estado, los hombres son el género que se dedica a la agricultura principalmente. También de acuerdo a los índices de rezago social y debido a que la mayoría de las comunidades son de ámbito rural, no se descarta el encuentro traumático, dentro de los hogares de estos municipios, por lo que se recomienda al sector salud, prestar la debida atención en estos municipios, principalmente en los meses que van desde abril a septiembre.

Por último se puede observar que de acuerdo a las zonas de buffer existe una adecuada distribución de unidades médicas de segundo nivel en el estado. En la mayoría de territorio Hidalguense se puede encontrar un hospital a 30 kilómetros de distancia. Pero la sobre posición de las carreteras indica que los centros médicos de segundo nivel se puede encontrar a una distancia mayor debido a la distancia a la que se encuentran las carreteras estatales, de algunos municipios principalmente en la zona noreste y norte del estado, dificultaría la llegada a tiempo a dichas instalaciones. Debido a esto se puede determinar que en algunas partes del norte del estado en zonas con mayor incidencia de mordedura, la disposición de servicios médicos es escasa o de difícil acceso, lo cual complicaría la atención del paciente. En la parte central del estado es donde existen más servicios médicos adecuados, aunque no son municipios con altas tasas de incidencia de mordedura, mismos que pueden servir de auxilio, para la gente que vive en lugares alejados, que también presentan medianas y altas tasas de incidencia.

### **Recomendaciones.**

La presencia de antiviperinos en los hospitales se desconoce, pero se espera que tengan los necesarios para atender a las personas afectadas, que lleguen a cada una de estas unidades médicas. También se recomienda al personal médico que atiende en estos hospitales, este debidamente capacitado, para afrontar este tipo de padecimiento, de la misma manera se pide amablemente, se levante un reporte de mordedura de serpiente, el cual contenga, nombre de la víctima, ocupación, edad, municipio y en caso de que el afectado identifique a la serpiente, un apartado donde se describa a la especie de serpiente involucrada y nombre común. Para que de esta manera se tenga mayor información que refleje de manera audaz la situación de este factor de riesgo en el estado.

## Bibliografía.

- Avila Moya, J. A., & Mendoza Robles, J. L. (1981). *Guía para cultivar maíz de temporal en la parte alta del estado de Morelos* (Cuarta). Zacatepec, México: SARH.
- Badillo, L., Morales, N., & Mayer, I. G.(2011). Serpientes venenosas del estado de Hidalgo . Hidalgo, México : Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Bonita, R., Beaglehole, R., & Kjellstrom, T. (2008). *Epidemiología básica* (Segunda ed). Washington, D.C: Organizacion Mundial de la Salud.
- Bolaños, R. (1982). Las serpientes venenosas de Centroamérica y el problema del ofidismo\* Primera parte aspectos zoológicos, epidemiológicos y biomédicos. *Revista Costarricense de Ciencias Médicas*, 3(2), 165–184.
- Boyer, T. H. (2006). Common Procedures with Venomous Reptiles. *Veterinary Clinics of North America - Exotic Animal Practice*, 9(2), 269–285. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2006.03.006>
- Kunkel, D. B., Curry, S. C., Vance, M. V., & Ryan, P. J. (1983). Reptile envenomations. *Clinical Toxicology*, 21(4–5), 503–526. <https://doi.org/10.3109/15563658308990438>.
- Campbell, J. A. y W. W. Lamar. 2004. The venomous reptiles of the western hemisphere, vol. II. Comstock/ Cornell University Press, Ithaca, New York. 870 p.
- Canseco, L., & Gutierrez, G. (2000). Clase reptilia. *Anfibios Y Reptiles Del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*, 105–302.
- Centeno, D. G., Villatoro, D. M., & Villatoro, D. M. (2012). *Serpientes de Guatemala : Guía para identificación de especies Serpientes de Guatemala: Guía para identificación de especies*.
- Chertorivski Woldenberg, S., Kuri Morales, P. A., Fajardo Dolci, G. E., Rosette Valencia, I., & González Roldán, J. F. (2012). *Manual de procedimientos del Comité Nacional Para la Vigilancia (CONAVE)*. Ciudad de México: Secretaria de salud.
- Chippaux, J.-P. (1998). Snake-bites: appraisal of the global situation. *World Health Organization*, 75(5), 512–524.
- CONADESUCA. (2015). Ficha Técnica del Cultivo de la Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.). SAGARPA, 19. Retrieved from [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/141823/Ficha\\_Técnica\\_Ca%C3%91a\\_de\\_Az%C3%BAcar.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/141823/Ficha_Técnica_Ca%C3%91a_de_Az%C3%BAcar.pdf)[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/141823/Ficha\\_Técnica\\_Ca%C3%91a\\_de\\_Az%C3%BAcar.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/141823/Ficha_Técnica_Ca%C3%91a_de_Az%C3%BAcar.pdf)
- Cuellar Gordo L.C., L. C., Amador Orozco B., B., Olivares Goenaga G., G., Borré Ortiz Y.M., Y. M., & Pinedo Otálvaro J., J. (2016). Comportamiento epidemiológico del accidente ofídico en el departamento del Magdalena, Colombia (2009-2013).

- Curti Díaz, S. A., Díaz Zorrilla, U., Loredo-Salazar, X., Sandoval Rincón, J. A., Pastrana Aponte, L., & Rodríguez Cuevas, M. (1998). *Manual de producción de naranja para Veracruz y Tabasco*. (2nd ed.). Veracruz: SAGAR.
- De Roodt, A. R., Estévez-Ramírez, J., Paniagua-Solís, J. F., Litwin, S., Carvajal-Saucedo, A., Dolab, J. A., Alagón, A. (2005). Toxicidad de venenos de serpientes de importancia médica en México. *Gaceta Medica de Mexico*, 141(1), 13–21.
- Dora, J. F., Arocena, R., Garcia Préchac, F., & Leites, E. (2016). *Alimentos en la huerta, Guía para la producción y consumo saludable*. (R. Zoppolo, S. Faroppa, B. Bellenda, & M. García, Eds.). Uruguay.
- Figuroa Hernández, Esther, Pérez Soto, F., & Gódinez Montoya, L. (2012). *La producción y el consumo del café*. México: ECORFAN.
- Flores Villela, O., & García Vázquez, U. O. (2014). Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(SUPPL.), 467–475.  
<https://doi.org/10.7550/rmb.43236>
- Frayre Torres, M. J., Sevilla Godínez, E., Orozco Valerio, M. D. J., Armasc, J., & Celis, A. (2006). Mortalidad por contacto traumático con serpiente y lagarto venenosos. México, 1979-2003. *Gaceta Medica de Mexico*, 142(3), 209–213.
- García-Willis, C. E., Vela-Ortega, R., & Maya-Leal, M. E. (2009). Epidemiología de la mordedura por ofidio en pacientes pediátricos. *Boletín Médico Del Hospital Infantil de México*, 66(3), 254–259. Retrieved from [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-11462009000300006&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-11462009000300006&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
- Gil-Alarcón, G., del Carmen Sánchez-Villegas, M., & Reynoso, V. H. (2011). Tratamiento prehospitalario del accidente ofídico: Revisión, actualización y problemática actual. *Gaceta Medica de Mexico*, 147(3), 195–208.
- Gómez Dantes, O., Sesma, S., M. Becerril, V., M. Knaul, F., Arreola, H., & Frenk, J. (2011). Sistema de salud pública de México. *Salud Pública de México*, 53(1), s220–s232.
- González Rivera, A., Chico Aldama, P., Dominguez Vivieros, W., Iracheta Gerez, M. de la L., Lopez Alquicira, M., Cuellar Ramírez, A., & Zamora, V. (2009). Redalyc.Epidemiología de las mordeduras por serpiente. Su simbolismo. *Acta Pediatr Mex*, 30, 182–191.
- Gutiérrez, J. M. (2002) 'Comprendiendo los venenos de serpientes : 50 años de investigaciones en América Latina', 50(2), pp. 377–394.
- Gutiérrez, J. M. (2011). Envenenamientos por mordedura de serpientes en América

Latina y el Caribe: una visión integral de carácter regional. *Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica., LI*, 1–16.

- Harrison, R. A., Hargreaves, A., Wagstaff, S. C., Faragher, B., & Lalloo, D. G. (2009). Snake envenoming: A disease of poverty. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 3(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000569>

-INEGI. (2010). Senso poblacional y vivienda. Lugar de publicación: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/>

- INEGI. (2015). Anuario estadístico de Hidalgo. Lugar de publicación: [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/anuarios\\_2015/702825077143.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2015/702825077143.pdf).

-INEGI (2017) 'Anuario estadístico y geográfico de Hidalgo 2017'. Available at: [http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/BCN\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/BCN_ANUARIO_PDF.pdf).

-L. Armstrong, B., & B. Murphy, J. (1979). *The natural history of mexican rattlesnakes*. (E. O. Wiley & J. T. Collins, Eds.) (5th ed.). Universidad de Kansas.

-Lilienfeld A, Lilienfeld E. Fundamentos de epidemiología. (1987). México, D.F.: Addison-Wesley Iberoamericana: 1-38.

-López Moreno, S., Garrido Latorre, F., & Hernández-Avila, M. (2000). Desarrollo histórico de la epidemiología: su formación como disciplina científica. *Salud Pública de México*, 42(2), 133–143. <https://doi.org/10.1590/S0036-36342000000200009>.

- Mackessy, S. P. (2002). Biochemistry and Pharmacology of Colubrid Snake Venoms. *Journal of Toxicology: Toxin Reviews*, 21(1–2), 43–83. <https://doi.org/10.1081/TXR-120004741>.

-Minton, S. A. (1990). Venomous bites by nonvenomous snakes: an annotated bibliography of colubrid envenomation. *Journal of Wilderness Medicine*, 1(2), 119–127. <https://doi.org/10.1580/0953-9859-1.2.119>.

- Moreno-Altamirano, A., López-Moreno, S., & Corcho-Berdugo, A. (2000). Principales medidas en epidemiología. *Salud Publica de Mexico*, 42(4), 337–348. <https://doi.org/10.1590/S0036-36342000000400009>.

- Neri, E., Bénard, M., & Alagón, A. (2014). Reptiles venenosos en México. *Revista Digital Universitaria*, 15(11), 1–8.

-Organización Panamericana de la Salud. (1988). El desafío de la Epidemiología. Washington, DC. Publicación Científica núm. 505:3-17.

- Parfrey, P. S., Barrett, B. J., & Walker, J. M. (2015). *Parfrey. Clinical Epidemiology Practice*. (W. M., Ed.) (Second). United kingdom: University of Hertfordshire.

- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp

- SEDESOL. (2011). Catálogo de localidades. Lugar de publicación: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=13&mun=011>.
- Chapingo, U. de. (2001). Guia de cultivo de Frijol. *Infoagro*, 1–11.
- Van Brussel, E. (2008) 'Ofidismo', pp. 1–12.
- Vitt, L. J. and Caldwell, J. P. (2014) *Amphibians and Reptiles Herpetology*. Fourth edition. Oklahoma. pp. 615-626.
- White, J., Warrell, D., Eddleston, M., Currie, B. J., Whyte, I. M., & Isbister, G. K. (2003). Clinical toxinology - Where are we now? *Journal of Toxicology - Clinical Toxicology*, 41(3), 263–276. <https://doi.org/10.1081/CLT-120021112>
- World Health Organization (2010) 'Who guidelines for the production control and regulation of Snake antivenom immunoglobulins.', *Who*, pp. 1–134.
- World Health Organization (2018). World Health Organization. [Online]. Available from < <http://www.who.int/en/>>. [22 de abril de 2018].
- Zavala, J. T., Gerardo, J., Sánchez, D., Trinidad, J., Vega, S., Sánchez, D. R., & Castillo, L. (2002). Serpientes y reptiles de importancia médica en México. *Revista de La Facultad de Medicina*, 45(5), 212–219. Retrieved from <http://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2002/un025e.pdf>
- Zertuche, J. J. (1981). Reptiles mexicanos de importancia para la salud pública y su distribución geográfica. *Salud Publica de Mexico*, XXIII, 329–343. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2004.03.021>.
- Zuñiga-Carrasco, I. R., & Caro-Lozano, J. (2013). Aspectos clínicos y epidemiológicos de la mordedura de serpientes en México. *Evidencia Médica E Investigaciones En Salud*, 6(4), 125–136.

## Anexos.

### Anexo 1. Lista de los municipios del estado de Hidalgo.

Municipio.	Clave del municipio.	Municipio.	Clave del municipio.
Acatlan.	1	Nicolas Flores	43
Acaxochitlan.	2	Nopala De Villagran	44
Actopan.	3	Omitlan De Juárez	45
Agua Blanca De Iturbide.	4	San Felipe De Orizatlan	46
Ajacuba.	5	Pacula.	47
Alfajayucan.	6	Pachuca De Soto.	48
Almoloya.	7	Pisaflores.	49
Apan.	8	Progreso.	50
El Arenal.	9	Mineral de la Reforma.	51
Atitalaquia.	10	San Agustin Tlaxiaca.	52
Atlapexco.	11	San Bartolo Tutotepec.	53
Atotonilco El Grande.	12	San Salvador.	54
Atotonilco de Tula.	13	Santiago De Anaya.	55
Calnali.	14	Santiago Tulantepec.	56
Cardonal.	15	Singuilucan.	57
Cuautepec De Hinojosa.	16	Tasquillo.	58
Chapantongo.	17	Tecozautla.	59
Chapulhuacan.	18	Tenango de Doria.	60
Chilcuautla.	19	Tepeapulco.	61
Eloxochitlan.	20	Tepehuacan de Guerrero.	62
Emiliano Zapata.	21	Tepeji de Ocampo.	63
Epazoyucan.	22	Tepetitlan.	64
Francisco I. Madero.	23	Tetepango.	65
Huasca De Ocampo.	24	Villa de Tezontepec.	66
Huautla.	25	Tezontepec de Aldama.	67
Huazalingo.	26	Tianguistengo.	68
Huehuetla.	27	Tizayuca.	69
Huejutla De Reyes.	28	Tlahuelilpan.	70
Huichapan.	29	Tlahuiltepa.	71
Ixmiquilpan.	30	Tlanalapa.	72
Jacala de Ledezma.	31	Tlanchinol.	73
Jaltocan.	32	Tlaxcoapan.	74
Juarez Hidalgo.	33	Tolcayuca.	75
Lolotla.	34	Tula de Allende.	76
Metepec.	35	Tulancingo de Bravo.	77
San Agustin Mezquititlan	36	Xochiatipan.	78

Metztitlan.	37	Xochicoatlan.	79
Mineral Del Chico.	38	Yahualica.	80
Mineral Del Monte.	39	Zacualtipan de Angeles.	81
La Mision.	40	Zapotlan de Juárez.	82
Mixquiahuala.	41	Zempoala.	83
Molango De Escamilla.	42	Zimapan.	84

Se muestra el nombre de cada municipio del estado de Hidalgo, acompañado de la clave de municipio para poder identificarlo dentro de los mapas.

## 2. Número de casos totales de accidente ofídico, reportados por el boletín epidemiológico por entidad federativa, (2003-2016).

Entidad federativa	Casos totales	Media	Valor máximo	Valor mínimo
Aguascalientes	247	17	32	8
Baja california	244	17	25	9
Baja California Sur	251	18	27	7
Campeche	763	54	77	35
Coahuila	452	32	78	21
Colima	361	26	15	44
Chiapas	2868	205	253	142
Chihuahua	1360	97	153	43
Ciudad de México	903	64	169	33
Durango	644	46	61	37
Guanajuato	1359	97	109	81
Guerrero	2337	167	286	99
Hidalgo	3877	277	347	199
Jalisco	1296	92	117	84
México	2281	163	237	94
Michoacán	1319	94	132	68
Morelos	4106	26	43	10
Nayarit	637	45	71	30
Nuevo León	1454	79	126	41
Oaxaca	4812	454	587	335
Puebla	824	293	371	178
Querétaro	899	45	63	26
Quintana Roo	1725	104	126	79
San Luis Potosí	1489	343	484	182
Sinaloa	1161	59	83	47
Sonora	5752	64	87	33
Tabasco	1011	123	198	74



Tamaulipas	1108	106	167	78
Tlaxcala	368	83	106	50
Veracruz	635	411	514	348
Yucatán	1108	72	103	42
Zacatecas	6357	79	139	37

Se muestran los números totales de casos de accidente ofídico, media anual, frecuencia máxima y mínima reportados por el boletín epidemiológico a nivel nacional durante 14 años (2003-2016).

**Anexo 3. Número total de mordedura de serpiente separada por género, en el Estado de Hidalgo (2003-2016).**

Año	Hombres	Mujeres
2003	181	48
2004	223	75
2005	181	53
2006	210	66
2007	221	52
2008	242	65
2009	234	60
2010	219	55
2011	205	70
2012	213	66
2013	204	61
2014	258	57
2015	262	89
2016	181	81

Número total de mordeduras de serpiente por año en el Estado de Hidalgo, separado por género.

**Anexo 4. Número de casos totales de mordedura de serpiente por año y por mes del estado de Hidalgo.**

Mes / Año	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
Enero	1	3	11	9	7	13	6	9	15	5	5	4	5	12	105
Febrero	10	4	8	15	4	21	12	11	4	11	10	11	8	7	136
Marzo	32	13	9	21	19	13	19	16	24	35	19	21	15	11	267
Abril	23	27	31	40	34	40	28	30	23	35	19	38	59	22	449
Mayo	23	42	31	21	29	29	21	23	20	22	18	28	55	23	385
Junio	17	30	19	26	21	20	27	36	10	20	29	21	34	21	331
Julio	30	37	35	37	29	34	43	30	31	31	34	32	41	38	482
Agosto	5	37	31	24	35	20	16	34	34	27	26	58	24	24	395
Septiembre	15	35	20	36	29	31	43	35	46	31	34	31	41	40	467
Octubre	27	42	16	24	25	35	40	22	24	42	35	27	35	35	429
Noviembre	19	14	13	14	26	29	22	19	23	15	19	31	15	15	274
Diciembre	18	14	10	9	15	22	17	9	13	5	17	13	19	14	195

Se muestra el número de casos totales de accidente ofídico por mes en el estado de Hidalgo, así como el número total de casos totales a lo largo de los 14 años.

**Anexo 5. Número total de casos de accidente ofídico por municipio, en el Estado de Hidalgo (2003-2016).**

Municipio	Total	Media	Máximo	Mínimo	Porcentaje
Acatlan	1	0	1	0	0.02
Acaxochitlan	22	1.5	5	0	0.57
Actopan	32	2.2	6	1	0.83
Agua Blanca De Iturbide	9	0.6	3	0	0.23
Ajacuba	1	0	1	0	0.02
Alfajayucan	3	0.2	1	0	0.07
Almoloya	16	1.1	4	0	0.41
Apan	98	7	17	0	2.55
Atitalaquia	0	0	0	0	0
Atlapexco	278	19.8	49	0	7.24
Atotonilco El Grande	8	0.5	3	0	0.20
Atotonilco de Tula	0	0	0	0	0
Calnali	118	8.4	15	1	3.07
Cardonal	8	0.5	1	0	0.20
Chapantongo	5	0.3	1	0	0.13
Chapulhuacan	88	6.2	12	2	2.29
Chilcuautla	4	0.2	2	0	0.10
Cuautepec De Hinojosa	20	1.4	6	0	0.52
El Arenal	0	0	0	0	0

Eloxochitlan	6	0.4	3	0	0.15
Emiliano Zapata	1	0	1	0	0.02
Epazoyucan	2	0.1	1	0	0.05
Francisco I. Madero	0	0	0	0	0
Huasca De Ocampo	1	0	1	0	0.02
Huautla	93	6.6	13	1	2.42
Huazalingo	77	5.5	14	0	2.00
Huehuetla	173	12.3	24	1	4.50
Huejutla De Reyes	672	48	72	20	17.51
Huichapan	103	7.3	11	6	2.68
Ixmiquilpan	59	4.2	8	1	1.53
Jacala De Ledezma	96	6.8	16	1	2.50
Jaltocan	23	1.6	4	0	0.59
Juárez Hidalgo	13	0.9	0	0	0.33
La Mision	13	0.9	5	0	0.33
Lolotla	25	1.7	7	0	0.65
Meteppec	17	1.2	4	0	0.44
Metztitlan	11	0.7	3	0	0.28
Mineral de la Reforma	0	0	0	0	0
Mineral Del Chico	1	0	1	0	0.02
Mineral Del Monte	1	0	1	0	0.02
Mixquiahuala de Juárez	7	0.5	2	0	0.18
Molango De Escamilla	36	2.5	7	0	0.93
Nicolas Flores	3	0.2	1	0	0.07
Nopala De Villagran	13	0.9	4	0	0.33
Omitlan De Juarez	3	0.2	2	0	0.07
Pachuca De Soto	113	8	24	0	2.94
Pacula	3	0.2	1	0	0.07
Pisaflores	109	7.7	14	5	2.84
Progreso	0	0	0	0	0
San Agustin Mezquititlan	4	0.2	1	0	0.10
San Agustin Tlaxiaca	1	0	0	0	0.02
San Bartolo Tutotepec	182	13	21	4	4.74
San Felipe De Orizatlan	70	5	16	2	1.82
San Salvador	1	0	1	0	0.02
Santiago De Anaya	5	0.3	2	0	0.13
Santiago Tulantepec	0	0	0	0	0
Singuilucan	8	0.5	2	0	0.20
Tasquillo	1	0	1	0	0.02
Tecoautla	7	0.5	2	0	0.18
Tenango de Doria	13	0.9	3	0	0.33
Tepeapulco	12	0.8	3	0	0.31
Tepehuacan de Guerrero	98	7	13	2	2.55
Tepeji de Ocampo	3	0.2	1	0	0.07
Tepetitlan	2	0.1	1	0	0.05
Tetepango	0	0	0	0	0

Tezontepec de Aldama	3	0.2	1	0	0.07
Tiangustengo	111	7.9	15	2	2.89
Tizayuca	9	0.6	3	0	0.23
Tlahuelilpan	0	0	0	0	0
Tlahuiltepa	22	1.5	3	0	0.57
Tlanalapa	2	0.1	2	0	0.05
Tlanchinol	342	24.4	42	6	8.91
Tlaxcoapan	5	0.3	2	0	0.13
Tolcayuca	4	0.2	2	0	0.10
Tula de Allende	13	0.9	4	0	0.33
Tulancingo de Bravo	211	15	25	8	5.49
Villa de Tezontepec	0	0	0	0	0
Xochiatipan	59	4.2	8	1	1.53
Xochicoatlan	54	3.8	8	1	1.40
Yahualica	22	1.5	4	0	0.57
Zacualtipan de Angeles	162	11.5	24	0	4.22
Zapotlan de Juarez	0	0	0	0	0
Zempoala	7	0.5	2	0	0.18
Zimapan	19	1.3	5	0	0.49

Se puede observar los casos totales de accidente ofídico, reportados para cada municipio. La media anual, la frecuencia máxima y mínima reportada. Así como el porcentaje de los casos, respecto al número total. Según la Secretaria de Salud del estado de Hidalgo.

**Anexo 6. Población total por municipio y las tasas de accidente ofídico cada 100,000 habitantes de cada uno de los municipios.**

Municipio	Población total	Tasa /100000 hab.
Acatlan	21044	4.751722499
Acaxochitlan	43774	50.23289798
Actopan	56429	56.67628983
Agua Blanca De Iturbide	9116	98.63013699
Ajacuba	18320	5.458217346
Alfajayucan	20332	14.75288911
Almoloya	12410	128.7622727
Apan	44576	219.3669696
Atitalaquia	29683	0
Atlapexco	19902	1377.601586
Atotonilco El Grande	38564	20.74043348
Atotonilco de Tula	27433	0
Calnali	17163	682.8308547
Cardonal	18347	43.58485426
Chapantongo	13789	36.2476439
Chapulhuacan	23961	365.9195809
Chilcuautla	18169	22.01067518
Cuatepec De Hinojosa	58301	34.2929648
El Arenal	18807	0
Eloxochitlan	2667	224.4668911
Emiliano Zapata	14825	6.744907595
Epazoyucan	14693	13.61007145
Francisco I. Madero	35872	0
Huasca De Ocampo	17728	5.640476056
Huautla	21244	435.8625861
Huazalingo	13986	547.5360876
Huehuetla	25989	661.2644293
Huejutla De Reyes	129919	514.5837003
Huichapan	45959	223.6116539
Ixmiquilpan	93502	63.06046323
Jacala De Ledezma	13399	711.3745832
Jaltocan	11818	194.2403513
Juárez Hidalgo	3108	416.5331624
La Mision	10139	128.0535855
Lolotla	9461	263.5462787
Metepc	11801	143.8483669
Metztitlan	20111	54.66653414
Mineral de la Reforma	150176	0

Mineral Del Chico	9028	11.07542363
Mineral Del Monte	14640	6.830134554
Mixquiahuala	46224	15.14135537
Molango De Escamilla	11587	309.7307064
Nicolas Flores	7031	42.64998578
Nopala De Villagran	16896	76.88213377
Omitlan De Juarez	9636	31.12356054
Pachuca De Soto	277375	40.72248169
Pacula	5139	58.34305718
Pisaflores	17379	623.284538
Progreso	23451	0
San Agustin Mezquititlan	9437	42.36839318
San Agustin Tlaxiaca	36079	2.771618625
San Bartolo Tutotepec	18986	949.4991653
San Felipe De Orizatlan	38952	179.3859874
San Salvador	35547	2.813097783
Santiago De Anaya	17032	29.34788989
Santiago Tulantepec	37292	20
Singuilucan	16235	49.25198547
Tasquillo	16403	6.096074128
Tecoautla	37674	18.57700167
Tenango de Doria	18766	69.22626338
Tepeapulco	54373	22.0649076
Tepehuacan de Guerrero	30750	317.686722
Tepeji de Ocampo	87442	3.430727886
Tepetitlan	10932	18.29156759
Tetepango	11624	0
Tezontepec de Aldama	53009	5.659096054
Tianguistengo	15122	728.6811528
Tizayuca	119442	7.534470201
Tlahuelilpan	19389	0
Tlahuiltepa	10376	211.5791498
Tlanalapa	10342	19.33488012
Tlanchinol	39772	852.570175
Tlaxcoapan	28490	17.54693806
Tolcayuca	16733	23.89914561
Tula de Allende	109093	11.91501842
Tulancingo de Bravo	161069	130.828373
Villa de Tezontepec	12413	0
Xochiatipan	19752	297.8143456
Xochicoatlan	7706	695.8762887

Yahualica	24173	90.92787766
Zacualtipan de Angeles	34720	464.4229115
Zapotlan de Juarez	18748	0
Zempoala	45382	15.42223887
Zimapan	40201	47.24017902

**Anexo 7. Lista de la unidades de segundo nivel en el estado de Hidalgo.**

Municipio	Institución médica
Actopan	SSH
Apan	SSH
Atlapexco	SSH
Huautla	SSH
Huehuetla	SSH
Huejutla de reyes	SSH
Huejutla de reyes	IMSS
Huejutla de reyes	ISSSTE
Huichapan	SSH
Ixmiquilpan	SSH
Jacala de Ledezma	SSH
Lolotla	SSH
Mixquiahuala	SSH
Mixquiahuala	ISSSTE
Pachuca de Soto	SSH
Pachuca de Soto	ISSSTE
Pachuca de Soto	INTERMEDICA
Pachuca de Soto	SSH
Pachuca de Soto	SSH
Pachuca de Soto	SOCIEDAD ESPANOLA
Santiago Tulantepec	SSH
San Bartolo Tutotepec	SSH
Tepeji del rio	IMSS
Tizayuca	IMSS
Tlanchinol	SSH
Tolcayuca	SSH
Tula de Allende	SSH
Tula de Allende	PEMEX
Tula de Allende	IMSS
Tula de Allende	PEMEX URGENCIAS
Tulancingo de Bravo	SSH
Tulancingo de Bravo	ISSSTE
Tulancingo de Bravo	IMSS
Zacualtipan de Angeles	SSH
Zimapan	SSH

Se enlistan los municipios que presentan unidades médicas de segundo nivel, así como la institución médica que brinda servicios a cada una de los hospitales.