



El Colegio de la Frontera Sur

Dieta de la serpiente de coral *Micrurus apiatus* (Jan, 1858) en la  
península de Yucatán, México

TESIS

presentada como requisito parcial para optar al grado de  
Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo  
Rural con orientación en Ecología y Sistemática

por

Nidia Gabriela Blanco Campos

2021



## Tabla de contenido

Resumen.....	7
Introducción general.....	8
Manuscrito .....	11
Conclusiones generales.....	38
Literatura citada.....	39

**A mis padres**

**Por sus sabios consejos y su apoyo incondicional.**

**Especialmente a mi madre por su infinito amor,**

**por ser mi fuerza en cada paso.**

## **Agradecimientos**

A El Colegio de la frontera Sur (ECOSUR), docentes, personal administrativo y del SIBE, por las facilidades brindadas y compartir sus conocimientos para desarrollar esta investigación, en especial a María José Valencia González por su infinita paciencia.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por la beca otorgada para la manutención de mis estudios de posgrado.

A mi consejo tutelar; David González Solís, José Rogelio Cedeño Vázquez y Rubén Alonso Carbajal Márquez por su asesoría y valiosas observaciones.

A David González Solís por aceptarme como su alumna, brindarme el material y espacio necesario para realizar el procesamiento de los ejemplares analizados en laboratorio, por sus enseñanzas y su paciencia.

A José Rogelio Cedeño Vázquez por su asesoría, sus consejos, enseñanzas, por adentrarme en el fascinante mundo de los reptiles, por ser mi maestro incluso antes de estudiar el posgrado.

A R. Pamela Adylú Onofre Salomón por su valiosa ayuda en la captura de datos durante el procesamiento de ejemplares durante el trabajo laboratorio.

A Rubén Alonso Carbajal Márquez y a Javier Isaac de la Fuente López por su ayuda y asesoría en el procesamiento de datos estadísticos.

A Francesca Maura Cassola por su ayuda en la elaboración del mapa y sobre todo por su apoyo moral.

A Rubén Alonso Carbajal Márquez, Javier Alonso Ortiz Medina y Pablo Jesús Ramírez Barajas por su ayuda en la identificación de algunos ejemplares presa.

A Luis Antonio Muñóz Alonso por facilitar los organismos resguardados en la colección

herpetológica de El Colegio de la Frontera Sur Unidad San Cristóbal de las Casas, de igual manera a Sol de Mayo Araucana Mejenes López por donar ejemplares resguardados en el Tecnológico Nacional de México campus Chiná, Campeche (TecNM Campus Chiná) y al Laboratorio de Biología de la Conservación, Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación Sede Parque Científico Yucatán, Facultad de Ciencias UNAM por permitir el acceso a las instalaciones para el procesamiento de organismos.

A los docentes de posgrado, en especial al David González Solís, Juan Jacobo Schmitther y Shopie Calmé, por brindarme sus conocimientos de una manera muy especial, por su entusiasmo en la enseñanza, por inspirarme y por su calidad humana.

A José Santos y Gabriela Zacarías por su apoyo en la búsqueda de literatura especializada.

A la Biól. Noemí Salas Suárez por su gran apoyo en la accesibilidad a la colección científica de ECOSUR unidad Chetumal, en especial por su invaluable amistad y sabios consejos.

A Yanet E. Aguilar Contreras, Ana C. Ruiz Domínguez y Miriam Linares por ser grandes compañeras de campo durante los cursos tomados en San Cristóbal de las Casas, por compartir sus conocimientos, anécdotas y por las experiencias compartidas.

A Dafne Berenice Dzib Andrade sin restar importancia, por su gran apoyo moral en mis altibajos, por su paciencia y por siempre motivarme a continuar con lo que me apasiona.

## Resumen

La serpiente de coral *Micrurus apiatus* se distribuye ampliamente en la península de Yucatán. El conocimiento sobre su dieta brinda un panorama más amplio sobre su ecología alimentaria, paralelamente es posible detectar algunas especies presa que no son vistas con regularidad por medio de muestreos directos. Con la finalidad de documentar la dieta de esta serpiente se analizaron de forma sistematizada ejemplares que son parte de cuatro colecciones científicas (de esta manera se evitó el sacrificio de más organismos), las muestras gastrointestinales se extrajeron por medio de una disección ventral, con ello se determinó la dieta para ambos sexos, adultos y juveniles, Se tomaron las medidas morfométricas Longitud hocico-cloaca (LHC), Longitud total (LT), Largo (LC) y Ancho de la cabeza (AC), así como los sexos y estadio de desarrollo; también se tomaron datos de localidad y fecha de recolecta. Las presas principales de *M. apiatus* son las serpientes (83 %), seguido de lagartijas (9 %), y en menor proporción huevos de serpiente (4 %) y mamíferos (4 %). Se obtuvieron seis nuevos registros de especies de reptiles que conforman la dieta de *M. apiatus* (*Coniophanes imperialis*, *Indotyphlops braminus*, *Pliocercus elapoides*, *Scaphiodontophis annulatus* y *Marisora lioneola*) y una de mamífero (*Cryptotis mayensis*), así como un nuevo registro de distribución de una especie de serpiente (*Adelphicos visoninum*). A pesar de que *M. apiatus* presenta dimorfismo sexual (las hembras son de mayor tamaño), no se observaron diferencias significativas de acuerdo al tipo de presa y el sexo, tampoco se observaron diferencias de dieta entre estadios de desarrollo y tipo de presa. En cuanto a los análisis de dieta por temporadas climáticas en relación con los sexos, estadio de desarrollo, ejemplares con y sin contenido gastrointestinal, no se observaron diferencias significativas.

**Palabras clave:** Cadena trófica, Elapidae, serpiente de coral, hábitos sigilosos, serpientes ofiófagas.

## Introducción general

Los reptiles (clase Reptilia) representan un grupo extenso que, en los ecosistemas, participan en las cadenas tróficas como presas y depredadores de otros organismos (Rodríguez-Robles 2002; Campbell y Lamar 2004; Aguilar-López 2016). Dentro de esta clase, se encuentra el orden Squamata y el suborden Serpentes (serpientes u ofidios), este último cuenta con 442 especies en México y se subdivide en 11 familias (Wilson et al. 2013; Uetz et al. 2021). Dos de estas familias (Viperidae y Elapidae), se caracterizan por tener especies de importancia médica, ya que son venenosas y su mordida puede ser mortal si no se trata adecuadamente (Zavala et al. 2002).

El género *Micrurus* (familia Elapidae) contiene 80 especies, de las cuales 14 se distribuyen en México (ver Reyes-Velasco et al. 2020; Uetz et al. 2021), y son conocidas comúnmente como serpientes de coral o coralillos. Las corales se alimentan de otras serpientes, principalmente de colúbridos, aunque también ingieren dipsáidos, serpientes ciegas, lagartijas, cecilias y anguilas (Köhler 2003; Heimes 2016). El presente estudio se enfoca en la serpiente de coral *Micrurus apiatus*, cuya distribución actual abarca la parte del este del Istmo de Tehuantepec, la porción mexicana de la península de Yucatán, Belice, centro y norte de Guatemala y oeste de Honduras (Reyes-Velasco et al. 2020).

*Micrurus apiatus* tiene talla mediana y una complexión moderadamente delgada, con una longitud total de 50–75 cm, aunque algunos individuos pueden exceder 1 m de largo (Lee 1996; Roze 1996; Heimes 2016). Sus colmillos se encuentran en la parte anterior de la mandíbula superior, son prácticamente inmóviles y están acanalados longitudinalmente (proteroglifos), por donde pasa el veneno para ser inoculado a sus presas y posteriormente ingerirlas (Köhler 2003). Su coloración es variable, generalmente dispone de un patrón tricolor a lo largo del cuerpo con una serie de anillos o bandas rojas, amarillas y negras. Es de hábitos sigilosos y confía en su coloración aposemática para alejar a sus depredadores, ya que no suele tener enfrentamientos o morder, por lo que huye al sentirse amenazada. Es ovípara y la puesta (1–13 huevos) sucede durante abril-agosto (temporada de lluvias); los huevos eclosionan después de dos meses y se han observado individuos juveniles durante junio y julio (Campbell 1998; Köhler 2003). Aunque la información sobre dimorfismo

sexual respecto a esta coral es limitada, se ha observado en ocasiones que la cola de los machos suele ser más larga que en hembras (Díaz-Gamboa et al., 2020).

*Micrurus apiatus* reside en la selva tropical húmeda y seca, así como en bosques tropicales perennes y caducifolios, también es tolerante a la perturbación de su hábitat (Campbell y Lamar 2004; Heimes 2016). A pesar de esto, puede verse amenazada por la fragmentación de su hábitat (producto de la construcción de carreteras, asentamientos humanos, potreros y terrenos de cultivo), lo que dificulta su desplazamiento para obtener recursos o cumplir con ciertas actividades y procesos vitales, como reproducirse, refugiarse, dispersarse o alimentarse (Gurrutxaga-San Vicente y Lozano-Valencia 2006; Köhler et al. 2016a).

Los estudios sobre dieta realizados para esta serpiente de coral son limitados, al realizar únicamente un listado de especies ingeridas, se ha reportado que consume serpientes y lagartijas (ver Lee 1996; Köhler 2003), e incluso es una especie caníbal (Köhler et al. 2016b). Se han registrado las siguientes especies de reptiles como presas: *Coniophanes imperialis*, *Dipsas brevifacies*, *Ninia sebae*, *Sibon sanniolus*, *Tropidodipsas sartorii* (Dipsadidae), *Ficimia publia*, *Pseudelaphe phaescens*, *Stenorrhina freminvillei*, *Tantillita canula* (Colubridae), *M. apiatus* (Elapidae), *Holcosus gaigeae* (Teiidae), *Mesoscincus schwartzei* (Scincidae) y *Amerotyphlops microstomus* (Typhlopidae) (Lee 1996; Campbell y Lamar 2004; Köhler et al. 2016b; Carbajal-Márquez et al. 2019).

A pesar de que existen datos sobre la dieta de *M. apiatus*, estos se han obtenido de estudios que no se enfocaban específicamente a ella, dejando vacíos de información que derivan de estos estudios, por lo que realizar estudios exhaustivos sobre esta serpiente de coral podrían arrojar más datos sobre su ecología alimentaria, así como de su historia natural para comprender las interacciones con su medio biótico y abiótico, estos trabajos podrían ser útiles como base importante para realizar estrategias de conservación. De esta manera, en el presente trabajo se determinó la dieta de *M. apiatus* a partir de ejemplares depositados en colecciones científicas, por medio de la identificación de los grupos taxonómicos que la conforman. También se determinó si el tipo de presa varía de acuerdo con los sexos y la etapa de desarrollo de las serpientes. Con ello, se pretende resolver las siguientes preguntas de

investigación: a) ¿Existe dimorfismo sexual en cuanto a las medidas morfométricas en *M. apiatus*? b) ¿Qué tipo de presas son los más representados en la dieta de *M. apiatus*? c) ¿Existe diferencia en el tipo de presas consumidas por *M. apiatus* en relación con su sexo y etapa de desarrollo? En cuanto a las temporadas climáticas: d) ¿Hay diferencias en la actividad entre temporadas climáticas de acuerdo con los sexos y estadio de desarrollo? e) ¿Existen diferencias respecto al número de ejemplares que presentan contenido y los que no representan contenido gastrointestinal en relación con las temporadas climáticas?

## **Manuscrito enviado a la Revista Mexicana de Biodiversidad**

### **Dieta de la serpiente de coral *Micrurus apiatus* en la península de Yucatán, México**

### **Diet of the coral snake *Micrurus apiatus* in the Yucatán peninsula, Mexico**

Nidia Gabriela Blanco-Campos<sup>1\*</sup>, David González-Solís<sup>1</sup>, José Rogelio Cedeño-Vázquez<sup>1</sup>,  
Rubén Alonso Carbajal-Márquez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal, Avenida Centenario km 5.5, 77014,  
Chetumal, Quintana Roo, México

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Básicas, Colección Zoológica.  
20131, Aguascalientes, Aguascalientes, México

#### **Resumen**

Se analizaron 107 ejemplares de *Micrurus apiatus* de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, México para conocer la dieta y porcentajes de consumo, determinar si existe dimorfismo sexual y los tipos de presa consumidas relacionados con los sexos y estadios de desarrollo. Se comparó el patrón de actividad, sexo, estadios de desarrollo y presencia/ausencia de contenido gastrointestinal entre temporadas climáticas. Fueron tomadas medidas morfométricas, sexo, lugar y fechas de recolecta, posteriormente se extrajeron las muestras gastrointestinales. Las principales presas de *M. apiatus* son serpientes (83 %), seguido de lagartijas (9 %), en igual proporción (4 %) mamíferos y huevos de serpiente. Se documentaron seis nuevos registros de presas, así como un nuevo registro de distribución para una especie de serpiente presa. Se encontró dimorfismo sexual en la longitud hocico-cloaca (LHC), longitud total (LT), longitud cola-cloaca (LCC) a excepción del largo (LC) y ancho de la cabeza (AC), aunque en la longitud corporal se observó dimorfismo sexual no hubo diferencias en el tipo de presas entre sexos. Los análisis relacionados con las temporadas climáticas, tampoco se observaron diferencias significativas. Los resultados constituyen una línea base para investigaciones posteriores respecto a la biología, ecología,

patrón de actividad e historia natural de *M. apiatus*.

**Palabras clave:** cadenas tróficas, Elapidae, serpiente de coral, hábitos sigilosos, serpientes ofiófagas.

### **Abstract**

107 specimens of *Micrurus apiatus* from Campeche, Quintana Roo and Yucatán, Mexico were analyzed to know the diet and percentages of consumption, determine if there is sexual dimorphism, and the types of prey consumed related to sex and development stages. The pattern of activity was compared, sex, development stages and the presence/absence of gastrointestinal content were compared between climatic seasons. Morphometric measurements, sex, place and dates of collection were taken, later the gastrointestinal samples were extracted. The main prey of *M. apiatus* are snakes (83 %), followed by lizards (9 %), in the same proportion (4 %) mammals and snake eggs. Six new records of prey were documented, as well as a new distribution record for one species of snake prey. Sexual dimorphism was found in the snout-vent length (SVL), total length (TTL), tail length (TL), with the exception of the length (HL) and head width (HW), although sexual dimorphism was observed in body length, there are no differences in the type of prey consumed between sexes. The analyzes related to the climatic seasons, no significant differences were observed. Our results constitute a baseline to contribute to later research regarding the biology, ecology, activity patterns and natural history of *M. apiatus*.

**Keywords:** trophic chains, Elapidae, coral snake, secretive habits, ophiophagous snake.

## **Introducción**

*Micrurus apiatus* era considerada una subespecie de *M. diastema*, pero recientemente se demostró que se trata de una especie válida (Reyes-Velasco et al., 2020). Suelen ser avistadas en áreas de terracería que bordean la selva e incluso cruzando carreteras durante la noche (Lee, 1996; Campbell y Lamar, 2004; Heimes, 2016).

Los estudios de dieta enfocados a serpientes de coral son importantes para los inventarios herpetofaunísticos, debido que documentar información mediante avistamientos de forrajeo y depredación en el medio natural de organismos con hábitos sigilosos es difícil e impredecible (Schmidt, 1932; Campbell et al., 2018). Estos trabajos permiten documentar y describir aquellas especies presa que al igual que su depredador suelen ser raramente observadas en la naturaleza. A pesar de esto, se ha logrado obtener información sobre la dieta de *M. apiatus* por medio de investigaciones dirigidas a la herpetofauna de la península de Yucatán, donde se reportan serpientes y lagartijas como alimentos comunes de esta especie (Lee, 1996; Köhler, 2003) (Tabla 1).

Los estudios enfocados al conocimiento de la dieta de *M. apiatus* pueden proveer datos importantes que contribuyan a la conservación de sus poblaciones. En este trabajo se analizó la dieta de *M. apiatus* con el objetivo de determinar la proporción y composición taxonómica de las presas consumidas. Además, se determinó la existencia de dimorfismo sexual con datos morfométricos, los tipos de presa de acuerdo con los sexos y estadio de desarrollo, así como la posible relación entre temporadas climáticas y la actividad de *M. apiatus* en relación con los sexos, el estadio de desarrollo y la presencia o ausencia de contenido gastrointestinal.

## **Materiales y métodos**

Se analizaron 107 ejemplares de *M. apiatus* depositados en diversas colecciones de referencia: colección herpetológica del Museo de Zoología de El Colegio de la Frontera

Sur (ECOSUR), Unidad Chetumal (ECO-CH-H); colección herpetológica de ECOSUR, Unidad San Cristóbal de las Casas (ECO-SCH); colección herpetológica de la UNAM (Módulo del Parque Científico en Mérida, Yucatán); colección herpetológica del Tecnológico Nacional de México, Campus Chiná (ARITCH). Los ejemplares provienen de los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán (Apéndice, Fig. 1), están preservados en alcohol al 70 %, seis de ellos sin fecha de colecta, aunque todos cuentan con datos de localidad y coordenadas geográficas.

A cada serpiente se le midió la longitud hocico-cloaca (LHC), longitud total (LT) y longitud cloaca-cola (LCC, restando la LHC de la LT) con una cinta métrica flexible con precisión de 1 mm; mientras que el largo de la cabeza (LC) y el ancho de la cabeza (AC) se midieron con un vernier digital (Truper Stainless steel, 0.01 mm de precisión). Para cada variable morfométrica se calculó el promedio, la desviación estándar y el rango. Se identificó el sexo por medio del número de escamas subcaudales (38–62 en machos; 27–47 en hembras) y la presencia de hemipenes o gónadas (ver Almeida-Santos et al., 2014; Heimes, 2016). En cuanto a la etapa de desarrollo de *M. apiatus*, se clasificaron como machos juveniles aquellos ejemplares que midieron  $\leq 40$  cm LHC, hembras juveniles ( $\leq 50$  cm LHC) y adultos (machos  $> 40$  cm LHC; hembras  $> 50$  cm LHC), de acuerdo con la LHC de madurez sexual de *M. tener*, una especie estrechamente relacionada y que tiene talla similar a *M. apiatus* (ver Quinn, 1979; Zaher et al., 2019; Reyes-Velasco et al., 2020). Posteriormente, a todos los ejemplares se les realizó una incisión en la sección media-ventral para extraer el contenido del tracto gastrointestinal. Las presas que se encontraron en buenas condiciones fueron identificadas y preservadas junto con el ejemplar diseccionado en un contenedor individual. El contenido degradado se colocó en una caja de Petri con alcohol al 70 % y se observó con un microscopio estereoscópico (modelo LABOMED-CZM6) para buscar restos de elementos que pudieran ser útiles para la identificación de las presas

consumidas (e.g., escamas, garras, pelos, plumas).

Se consultó literatura especializada para la identificación de las presas (e.g., Lee, 1996; Köhler, 2003; Heimes, 2016) y se utilizaron ejemplares de referencia de la colección ECO-CH-H para comparar los restos de organismos encontrados en el tracto gastrointestinal de los individuos disectados. Se determinó la frecuencia (porcentaje) de los taxones encontrados.

Para los análisis de dimorfismo sexual de *M. apiatus*, se consideraron las siguientes medidas: LHC, LT, LCC, AC y LC. Se descartaron los ejemplares juveniles por su talla pequeña y para evitar el sesgo en los resultados. Los ejemplares que se encontraron incompletos fueron excluidos de los análisis que involucraron LT y LCC. Para realizar las pruebas estadísticas empleó el programa “PAST 4, 2020” con ello se realizó una prueba de Mann-Whitney para conocer si existen diferencias significativas en las medidas y con ello determinar la existencia del dimorfismo sexual entre la LHC y LT; posteriormente, se hizo un análisis de covarianza (con el sexo como la variable independiente y la LHC como covariable) para detectar diferencias entre sexos en la longitud relativa de la cola ( $LRCC = LCC/LHC$ ), la longitud relativa de la cabeza ( $LRC = LC/LHC$ ) y el ancho relativo de la cabeza ( $ARC = AC/LHC$ ). Todo esto después de haber transformado logarítmicamente todas las variables para cumplir con los supuestos de pruebas paramétricas y probar el supuesto de homogeneidad de las pendientes de regresión.

Para comparar el tipo de presa de acuerdo con los sexos y el estadio de desarrollo de los ejemplares de *M. apiatus* fue utilizada la prueba exacta de Fisher. Para estos análisis fueron considerados los grupos más consumidos (serpientes y lagartijas). Las temporadas climáticas fueron secas (noviembre-abril) y lluvias (mayo-octubre), de acuerdo con lo propuesto por Torrescano-Valle y Folan (2015). Se calculó la relación entre los sexos y el estadio de desarrollo de los ejemplares con respecto a las temporadas climáticas, así como

los datos de los ejemplares con/sin contenido gastrointestinal y los tipos de presa en relación con las temporadas climáticas.

## Resultados

De los 107 ejemplares examinados, 19 % (N=20) presentaron contenido gastrointestinal identificable (ver Fig. 2), 13 % (N=14) con fragmentos muy degradados no identificables y los 68 % (N=73) restantes no presentaron contenido gastrointestinal. Se identificaron 23 organismos ingeridos que incluyen seis nuevos registros en la dieta de *M. apiatus*; algunos ejemplares de *M. apiatus* almacenaban más de un organismo en el tracto gastrointestinal (ver Tabla 2). Las serpientes fueron el grupo más frecuente (83 %), donde cuatro especies son nuevos registros en la dieta de *M. apiatus*: *Coniophanes imperialis*, *Pliocercus elapoides* (Dipsadidae), *Scaphiodontophis annulatus* (Sibynophiidae), e *Indotyphlops braminus* (Typhlopidae) (Fig. 3). Además, la serpiente *Adelphicos visoninum* (Dipsadidae) constituye un nuevo registro de distribución para Campeche (Fig. 4). El segundo grupo más frecuente en la dieta estuvo representado por las lagartijas (9 %), con *Marisora lineola* (Mabuyidae) como un nuevo registro en la dieta de *M. apiatus*. Finalmente, en igual proporción (4 %) se encontraron mamíferos y huevos de serpiente, con la musaraña *Cryptotis mayensis* (Soricidae) que representa el primer registro de un mamífero en la dieta de *M. apiatus* (Tabla 2).

De los 107 ejemplares de *M. apiatus*, se excluyeron 10 que se encontraron degradados, cuyo sexo y estadio de desarrollo no fue posible determinar; por tanto, se disectaron y tomaron medidas morfométricas de 97 ejemplares: 54 machos (47 adultos y 7 juveniles) y 43 hembras (25 adultas y 18 juveniles). La LHC de los 72 ejemplares adultos fue 401–925 mm ( $562.8 \pm 105.8$  mm); para los 47 machos fue 401–706 mm ( $514.7 \pm 72.9$  mm) y para las 25 hembras de 500–925 mm ( $653.4 \pm 99.2$  mm). Se determinó que existe dimorfismo sexual en la LHC ( $Z= 5.2997$ ,  $P= 0.0001$ ), las hembras son de mayor tamaño que los machos.

La LT de los 70 adultos (excluyendo dos machos con cola incompleta) fue de 470–1030 mm ( $648.5 \pm 111.8$  mm), para los 45 machos fue 470–800 mm ( $599.8 \pm 80.5$  mm) y para las 25 hembras de 580–1030 mm ( $736.3 \pm 107.5$  mm), por lo que existe dimorfismo sexual ( $Z=4.946$ ,  $P=0.0001$ ), ya que las hembras son de mayor tamaño. La LCC para los 70 adultos fue de 30–195 mm ( $85.8 \pm 15.8$  mm), para machos 30–125 mm ( $87.4 \pm 16.9$  mm) y para las hembras 54–107 mm ( $82.9 \pm 13.5$  mm). Al remover el efecto de la LHC en la LRCC se encontraron diferencias significativas entre sexos ( $F_{1,67}=11.50$ ,  $P=0.001$ ), los machos tienen la cola más larga que las hembras.

La LC en ambos sexos ( $n=72$ ) osciló entre 8–20.2 mm ( $12 \pm 2.5$  mm), para los machos ( $n=47$ ) 8–15.5 mm ( $11.2 \pm 1.9$  mm) y para las hembras ( $n=25$ ) 10.1–20.3 mm ( $13.7 \pm 2.6$  mm), por lo que no existe dimorfismo sexual en la LRC ( $F_{1,69}=1.04$ ,  $P=0.309$ ). El AC de los adultos tuvo un intervalo de 6.7–16.7 mm ( $10.6 \pm 2.2$ ), donde los machos registraron 6.7–14.8 mm ( $9.8 \pm 2.6$  mm) y las hembras 8.6–16.7 mm ( $12.2 \pm 2.2$  mm). Al remover el efecto de la LHC, se determinó que no existe dimorfismo sexual en el ARC de ejemplares adultos ( $F_{1,69}=0.673$ ,  $P=0.414$ ).

Tomando en cuenta a los grupos taxonómicos que fueron ingeridos en mayor proporción (serpientes y lagartijas) por *M. apiatus*, se determinó que los machos consumieron 12 serpientes y una lagartija, mientras que las hembras consumieron siete serpientes y una lagartija; por lo tanto, no hubo diferencias significativas (prueba exacta de Fisher,  $P=1$ ). Los juveniles consumieron cinco serpientes y ninguna lagartija, mientras que los adultos se alimentaron de 14 serpientes y dos lagartijas, tampoco existe diferencia significativa entre el estadio de desarrollo y el tipo de presa (prueba exacta de Fisher,  $P=1$ ).

Respecto a la relación entre la actividad de cada sexo y las temporadas climáticas, durante las lluvias se registraron 28 machos y 25 hembras, mientras que en la temporada de secas fueron 23 machos y 15 hembras, sin encontrar diferencias significativas

(prueba exacta de Fisher,  $P= 0.52$ ). De igual modo, no se observaron diferencias significativas entre el estadio de desarrollo y las temporadas (prueba exacta de Fisher,  $P= 0.47$ ), ya que durante las lluvias se registraron 16 juveniles y 37 adultos, y en secas ocho juveniles y 30 adultos.

Durante las lluvias fueron registrados 19 ejemplares con contenido gastrointestinal y 43 sin contenido, mientras que, en secas, 13 con contenido y 26 sin contenido gastrointestinal; por lo tanto, no existe diferencia significativa en la alimentación entre temporadas (prueba exacta de Fisher,  $P= 0.83$ ). De acuerdo con los tipos de presas y temporadas climáticas, durante las lluvias, *M. apiatus* ingirió ocho serpientes y una lagartija, durante las secas consumió siete serpientes y una lagartija, así que tampoco existen diferencias significativas en el consumo de serpientes y lagartijas entre temporadas (prueba exacta de Fisher,  $P= 1$ ).

## **Discusión**

Los elápidos del género *Micrurus* comúnmente consumen presas con forma alargada y delgada (Bello-Sánchez et al., 2018); es decir, pueden consumir serpientes, lagartijas o en algunos casos cecilias y simbránquidos (Greene, 1973; Blaney y Blaney, 1978; Lee, 1996; Roze, 1996; Köhler et al., 2016; Carbajal-Márquez et al., 2019). Las presas encontradas en este estudio indican que *M. apiatus* tiene una marcada preferencia por ingerir serpientes, principalmente de la familia Dipsadidae, a pesar de la disponibilidad de otras presas (e.g., lagartijas, pequeños mamíferos) y huevos de serpientes.

Las familias Dipsadidae y Colubridae ocupan el primer lugar en riqueza de especies en la península de Yucatán, cada familia cuenta con 22 especies (González-Sánchez et al., 2017; Díaz-Gamboa et al., 2020). Ambas familias están representadas por serpientes delgadas y de una talla pequeña a mediana, por lo que bien pueden ser presa de *M. apiatus* (juveniles o adultos). Sin embargo, gran parte de los dipsádidos tienen talla pequeña o

mediana, hábitos terrestres y prefieren sustratos con hojarasca, en comparación con los colúbridos que contienen algunas especies con talla mediana o grande y algunas arborícolas, por lo tanto, para *M. apiatus* la disponibilidad de dipsáidos como presas es mayor que la de colúbridos (Heimes, 2016). Los ejemplares juveniles que presentaron contenido gastrointestinal almacenaban residuos de otras serpientes, lo que indica que se alimentan principalmente de serpientes en cualquier etapa de desarrollo. En contraste, en los estómagos de algunos ejemplares juveniles de *M. tener*, se han observado colas de lagartijas, ocasionalmente anuros y pequeños mamíferos (Greene, 1973, 1984).

Las especies *Dipsas brevifacies*, *Mesoscincus schwartzei*, *Micrurus apiatus*, *Ninia sebae*, *Sibon sanniolus* y *Tantillita canula*, han sido previamente registradas en la dieta de *M. apiatus* (Köhler, 2003; Heimes, 2016; Carbajal-Márquez et al., 2019; West et al., 2019), lo que confirma que son presas habituales de esta serpiente de coral. Por otra parte, algunas especies entre ellas serpientes (*C. imperialis*, *I. braminus* *P. elapoides*, *S. annulatus*), un mamífero (*C. mayensis*) y una lagartija (*M. lineola*) se registraron por primera vez en la dieta de *M. apiatus*; la musaraña *C. mayensis* es una especie raramente observada en el medio natural por lo que se conoce poco sobre su biología (Choate, 1970). Dado que las serpientes de coral son depredadores eficientes de especies con tamaño pequeño (Campbell et al., 2018), puede ser más eficiente documentar especies mediante la revisión de contenido gastrointestinal de sus depredadores que por medio de recorridos para su búsqueda en campo, como en el presente caso.

Entre los nuevos registros de serpientes en la dieta de *M. apiatus*, se encuentran especies de la familia Dipsadidae, la cual tiene una amplia riqueza en el área de estudio (Díaz-Gamboa et al., 2020). Estas serpientes con frecuencia se han encontrado en los estómagos de las serpientes coralinas (Schmidt, 1932), por ello, no es de extrañar que se continúen sumando especies de esta familia (e.g. *C. imperialis* y *P. elapoides*) en la dieta de

*M. apiatus*, aunque también consumen serpientes raras y poco abundantes como *S. annulatus* (Sibynophiidae). En cuanto a la culebra *A. visoninum*, aunque había sido reportada previamente en la dieta de *M. apiatus* en Guatemala (ver Campbell, 1998), representa un nuevo registro geográfico para el estado de Campeche, ya que su distribución se limitaba a la vertiente del Atlántico, Sierra de Juárez en el noreste de Oaxaca, sur de Veracruz, Tabasco, el norte y este de Chiapas, y norte de Guatemala (Heimes, 2016).

Por otra parte, *I. braminus* es la primera especie exótica incluida en la dieta de *M. apiatus*. La introducción de esta serpiente ciega ha sido previamente documentada en la península de Yucatán, México, así como en 118 países más y, debido a su reproducción partenogenética, su colonización ha sido rápida. Es una serpiente pequeña con una LHC máxima de 204 mm (Leets-Rodríguez et al., 2019; Wallach, 2020), por lo que fácilmente es ingerida por adultos y juveniles de *M. apiatus*. A pesar de esto, *M. apiatus* no es la primera serpiente de coral en incluirla en su dieta, ya que *M. browni* también se alimenta de esta serpiente ciega (Greene, 1973). Por tanto, es probable que *M. apiatus* y otras especies de *Micrurus* puedan regular las poblaciones de *I. braminus*, por lo que es importante continuar y ampliar los estudios sobre dieta en el género, para afirmar tal posibilidad.

Referente al primer registro de la lagartija *M. lineola* en la dieta de *M. apiatus* en este trabajo, ambas especies comparten el hábitat y las características morfológicas de *M. lineola* la convierten en una posible presa para esta serpiente de coral. No obstante, *M. lineola* suele ser agresiva y lucha contra su depredador al momento de ser capturada; además, su coraza de escamas duras protege su cuerpo para evitar su rápida ingesta (Álvarez del Toro, 1982), por lo que su depredación es poco habitual.

A pesar de que las serpientes de coral se consideran principalmente ofiófagas e incluyen otros organismos ectotermos y alargados en su dieta (e.g. peces, cecilias y lagartijas) (Greene, 1984; Roze, 1996; Köhler, 2003), ocasionalmente pueden depredar a

pequeños endotermos. En esta investigación, se observó que *M. apiatus* puede incluir entre sus presas a pequeños mamíferos como la musaraña *C. mayensis*, que fue registrada en el interior de una serpiente recolectada en julio (temporada de lluvias). Aun cuando es escasa la información sobre la ecología de esta musaraña, se sabe que durante la temporada de lluvias los adultos y subadultos se desplazan con fines reproductivos, principalmente por el suelo de la selva, lo que la vuelve una presa potencial para *M. apiatus* (Choate, 1970; Cuarón et al., 2016). Greene (1984) reporta que *M. tener* (especie estrechamente emparentada con *M. apiatus*), ocasionalmente incluye en su dieta a pequeños mamíferos, aunque no menciona la identidad taxonómica de los mismos.

Referente al dimorfismo sexual, las hembras alcanzan mayor LHC y LT que los machos, aunque estos últimos tienen la cola más larga, lo que es común en las serpientes, ya que en la base de la cola es donde se alojan los hemipenes y los músculos asociados a los mismos (King, 1989; Pinto et al., 2008). Con base en estudios previos sobre serpientes de coral y dimorfismo sexual, se ha observado que en especies donde las hembras son de mayor tamaño que los machos, no existe combate ritual para competir por las hembras y reproducirse (Marques, 2002). Aparentemente, el dimorfismo sexual reduce la competencia por el alimento y la reproducción (Marques, 2002; Vincent et al., 2004). Como dato complementario, las hembras de mayor longitud se ven favorecidas con una mayor fecundidad al producir mayor cantidad de huevos (Ford y Siegel, 1989; Shine, 1994, 2003).

En cuanto al tamaño de la cabeza de *M. apiatus*, no se observó dimorfismo sexual ni diferencias entre el tipo de presa consumidas por ejemplares adultos de ambos sexos, a pesar de que las hembras son de mayor tamaño. Esto tiene relación con la cabeza cinética de las serpientes, ya que carecen de sínfisis anterior del maxilar inferior (Colston et al., 2010), por lo que, tanto hembras como machos pueden depredar presas con diámetros similares. Se ha registrado que las serpientes ofiófagas pueden alimentarse de presas más largas que ellas,

aunque la ingesta suele ser más lenta, en comparación con las serpientes que se especializan en consumir pequeños mamíferos (Colston et al., 2010; Silva-Banci et al., 2017), sin embargo, en este estudio no fue posible determinar con precisión la longitud de las presas, ya que se encontraron digeridas o parcialmente digeridas e incompletas.

Al no observarse diferencias significativas en la dieta al comparar entre temporadas climáticas, los sexos y los estadios de desarrollo de *M. apiatus*, podemos decir que los machos y hembras (juveniles y adultos) se encuentran activos durante todo el año. En estudios realizados en Petén, Guatemala, Campbell (1998) menciona que los meses con mayor número de avistamientos de juveniles son junio y julio, periodo que corresponde a la temporada de lluvias en este estudio (mayo-octubre). Sin embargo, en nuestro caso, no se observaron diferencias entre temporadas, posiblemente el tamaño de muestra para los juveniles en cada temporada fue muy bajo para ser representativo (16 en lluvias y ocho en secas). La presencia de contenido estomacal en ejemplares recolectados en ambas temporadas climáticas confirma que *M. apiatus* se alimenta durante todo el año. Lo anterior se diferencia de la actividad estacional reportada en especies que se distribuyen más al norte como *M. fulvius* y *M. tener*, incluso *M. fulvius* puede ser forzada a hibernar y pausar su alimentación hasta por un mes (Ernst y Ernst, 2011).

Tampoco se encontraron diferencias entre el tipo de presas consumidas y las temporadas climáticas, por lo que podemos asumir que *M. apiatus* puede consumir serpientes y lagartijas durante todo el año. En la península de Yucatán las temperaturas son cálidas durante todo el año (22.2–31.6 °C) (CONAGUA, 2020), lo cual permite la actividad continua de *M. apiatus* y la disponibilidad de sus presas ectotermas.

Finalmente, a pesar de que la probabilidad de obtener presas en el contenido gastrointestinal de ejemplares depositados en colecciones científicas es baja, sus aportaciones han sido valiosas, sobre todo con los reportes que corresponden a especies de

hábitos fosoriales (West et al., 2019; Guedes, 2021). En este estudio, el análisis del contenido gastrointestinal aportó un mejor conocimiento sobre la composición taxonómica de la dieta de *M. apiatus*, la cual incluyó presas que representan nuevos registros en la dieta y distribución, así como eventos inusuales en cuanto a depredación. También permitió examinar patrones de variación en su dieta y hacer inferencias sobre la ecología trófica de esta serpiente de coral. Además, se aportan datos respecto a su dimorfismo sexual, a la relación entre la dieta con los sexos y estadios de desarrollo, así como a la comprensión de la actividad temporal respecto al forrajeo. *Micrurus apiatus* es un depredador especializado en serpientes, con hábitos similares a su especie hermana *M. tener*. Es importante continuar estudiando a *M. apiatus*, ya que aún falta mucho por conocer sobre aspectos de su historia natural, ecología alimentaria y etología, entre otros. Generar información acerca de las especies que se caracterizan por ser poco comunes o difíciles de observar en su entorno natural, es importante para asegurar un mejor entendimiento sobre su función en el ecosistema y para establecer estrategias de conservación efectivas.

### **Agradecimientos**

Agradecemos a Rubén Alonso Carbajal Márquez y Javier De la Fuente López por su ayuda, así como asesoría en el procesamiento de análisis de datos. A Francesca Maura Cassola por su apoyo en la elaboración del mapa. A Luis Antonio Muñoz Alonso por facilitar los organismos resguardados en la colección herpetológica de El Colegio de la Frontera Sur Unidad San Cristóbal de las Casas, de igual manera a Sol de Mayo Araucana Mejenes López por donar ejemplares resguardados en el Tecnológico Nacional de México campus Chiná, Campeche (TecNM Campus Chiná) y al Laboratorio de Biología de la Conservación, Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación Sede Parque Científico Yucatán, Facultad de Ciencias UNAM por permitir el acceso a las instalaciones para el procesamiento de organismos. A Rubén Alonso Carbajal Márquez, Javier Alonso Órtiz Medina y Pablo Jesús

Ramírez Barajas por su apoyo en la identificación de ejemplares presa. Al Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada a Nidia Gabriela Blanco Campos para realizar la Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural en el posgrado de ECOSUR. A El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) por el apoyo institucional.

## Literatura citada

- Almeida-Santos, S.M., Braz, H.B., Santos, L.C., Sueiro, L.R., Barros, V.A., Rojas, C.A. y Kasperoviczus, K.N. (2014). Biología reproductiva de serpientes: recomendaciones para la recolección y análisis de datos. *Herpetologia Brasileira*, 3, 14–24.
- Álvarez del Toro, M. (1982). Los reptiles de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas: Instituto de Historia Natural. 3, 108.
- Bello-Sánchez, E.A., Abarca-Arenas, L.G., Huesca-Domínguez, I., Delfín-Alfonso, C.A. y Morteo, E. (2018). Riqueza de presas reportadas en la dieta de coralillos en América. En Memorias de la XV Reunión Nacional de Herpetología (pp. 103–104), Xalapa, Veracruz. *Sociedad Herpetológica Mexicana*.
- Blaney, R.M. y Blaney, P.K. (1978). Notes on three species of *Micrurus* (Serpentes: Elapidae) from Mexico. *Herpetological Review*, 3, 92.
- Campbell, J.A. (1998). Amphibians and reptiles of northern Guatemala, the Yucatán, and Belize. *University of Oklahoma Press*, 4, 264–265.
- Campbell, J.A. y Lamar, W.W. (2004). The venomous reptiles of the western hemisphere. Comstock, Ithaca. *Comstock publishing associate*, 2, 161–163.
- Campbell, J.A., Smith, E.N. y Hall, A.S. (2018). Caudals and Calyces: The Curious Case of a Consumed Chiapan Colubroid. *Journal of Herpetology*, 4, 459–472.
- Carbajal-Márquez, R.A., García-Balderas, C.M., Ramírez-Valverde, T., Cedeño-Vázquez, J.R. y Blanco-Campos, N.G. (2019). New prey items in the diet of snakes from the Yucatán Peninsula, Mexico. *Cuadernos de Herpetología*, 2, 71–74.
- Choate, J.R. (1970). Systematics and zoogeography of the Middle American shrews of the genus *Cryptotis*. University of Kansas Publications, *Museum of Natural History*, 19, 195–317.
- Colston, T.J., Costa, G.C. y Vitt, L.J. (2010). Snake diets and the deep history hypothesis.

*Biological Journal of the Linnean Society*, 2, 476–486.

CONAGUA. (2020). Reporte anual 2020. El reporte del clima en México. Comisión Nacional del Agua, 60–95.

Cuarón, A.D., de Grammont, P.C., Woodman, N. y Matson, J. (2016). *Cryptotis mayensis*.

The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T136488A22284758. Recuperado el 16 de marzo, 2021 de: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T136488A22284758.en>

Díaz-Gamboa, L., May-Herrera, D., Gallardo-Torres, A., Cedeño-Vázquez, R., González-Sánchez, V., Chiappa-Carrara, X. y Yáñez-Arenas, C. (2020). Catálogo de reptiles de la península de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. Secretaría de Investigación, Innovación y Educación Superior del Gobierno de Yucatán; Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Mérida, UNAM, 315.

Ernst, C.H. y Ernst, E.M. (2011). Venomous reptiles of the United States, Canada, and Northern Mexico: *Heloderma*, *Micruroides*, *Micrurus*, *Pelamis*, *Agkistrodon*, *Sistrurus*. *JHU Press*, 1, 119–134.

Ford, N.B. y Seigel, R.A. (1989). Relationships among body size, clutch size, and egg size in three species of oviparous snakes. *Herpetologica*, 45, 75–83.

González-Sánchez, V.H., Johnson, J.D., García-Padilla, E., Mata-Silva, V., DeSantis, D.L. y Wilson, L.D. (2017). The herpetofauna of the Mexican Yucatan Peninsula: composition, distribution, and conservation status. *Mesoamerican Herpetology*, 2, 264–380.

Greene, H.W. (1973). The food habits and feeding behavior of New World coral snakes. M. Sc. Thesis. *University of Texas at Arlington*, 66.

Greene, H.W. (1984). Feeding behavior and diet of the eastern coral snake, *Micrurus fulvius*. *Museum of History. University of Kansas, Special Publication*, 10, 147–162.

Guedes, T.B. (2021). A Matryoshka of scales: a single specimen reveals multiple new aspects of diet and distribution of snakes. *Herpetology Notes*, 14, 385–390.

- Heimes, P. (2016). *Herpetofauna Mexicana, Vol. I, Snakes of Mexico*. Frankfurt am Main, Alemania: Edition Chimaira, 572.
- King, R.B. (1989). Sexual dimorphism in snake tail length: sexual selection, natural selection, or morphological constraint? *Biological Journal of the Linnean Society*, 38, 133–154.
- Köhler, G. (2003). Reptiles de Centroamérica. Offenbach, Alemania: *Herpeton*, 281–367.
- Köhler, G., Cedeño-Vázquez, J.R., Spaeth, M. y Beutelspacher-García, P. (2016). The Chetumal Snake Census: generating biological data from road-killed. Part 1. Introduction and identification key to the snakes of southern Quintana Roo, Mexico. *Mesoamerican Herpetology*, 3, 669–687.
- Lee, J.C. (1996). The Amphibians and Reptiles of the Yucatan Peninsula. Ithaca: Comstock, *Cornell University Press*, 391–393.
- Leets-Rodríguez, L., López-Guevara, H.J. y Sunyer, J. (2019). First country records of the invasive Brahminy Blindsnake *Indotyphlops braminus* (Daudin, 1803) (Squamata, Typhlopidae) from Nicaragua. *Revista Nicaraguense de Biodiversidad*, 45, 4–9.
- Marques, O.A.V. (2002). Natural history of the coral snake *Micrurus decoratus* (Elapidae) from the Atlantic Forest in southeast Brazil, with comments on possible mimicry. *Amphibia-Reptilia*, 23, 228–232.
- Pinto, R.R., Fernandes, R., Augusto, O. y Marques, V. (2008). Morphology and diet of two sympatric colubrid snakes. *Most*, 29, 149–160.
- Quinn, H.R. (1979). Reproduction and growth of the Texas coral snake (*Micrurus fulvius tener*). *Copeia*, 3, 453–463.
- Reyes-Velasco, J., Adams, R.H., Boissinot, S., Parkinson, C.L., Campbell, J.A., Castoe, T.A. y Smith, E.N. (2020). Genome-wide SNPs clarify lineage diversity confused by coloration in coral snake of the *Micrurus diastema* species complex (Serpentes: Elapidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 147, 106–770.

- Roze, J.A. (1996). Coral snakes of the Americas: biology, identification, and venoms. Florida: *Krieger Publishing Company*, 152–153.
- Schmidt, K.P. (1932). Stomach contents of some American coral snakes, with the description of a new species of *Geophis*. *Copeia*, 1932, 6–9.
- Shine, R. (1994). Sexual size dimorphism in snake revisited. *Copeia* 1994, 326–346.
- Shine, R. (2003). Reproductive strategies in snakes. *Proceedings of the Royal Society. Biological Science*, 270, 995–1004.
- Sieb, R.L (1985). Coral Snake of the Americas: Biology, identification, and venoms. Florida: *Malabar, Krieger Publishing Company*. 118–134.
- Silva-Banci, K.R., Torrello-Viera, N.T., Freitas, A.C., Marques y O.A.V. (2017). Feeding on elongate prey: additional data for the coral snake *Micrurus corallinus* (Merren, 1820) (Elapidae) and comments on aposematism. *Herpetology Notes*, 10, 335–338.
- Torrescano-Valle, N. y Folan, W.J. (2015). Physical settings, environmental history with an outlook on global change, 9–37, in Islebe G.A., Calmé S., León-Cortés J.L., Schmook B. (Eds.), *Biodiversity and Conservation of the Yucatán Peninsula. Springer International Publishing, Switzerland*.
- Vincent, S.E., Herrel, A. y Irschck, D.J. (2004). Sexual dimorphism in head shape and diet in the cottonmouth snake (*Agkistrodon piscivorus*). *Journal of Zoology*, 264, 53–59.
- Wallach, V. (2020). First Appearance of the Brahminy Blindsnake, *Virgotyphlops braminus* (Daudin 1803) (Squamata: Typhlopidae), in North America, with Reference to the States of Mexico and the USA. *Reptiles & Amphibians*, 27, 326–330.
- West, T.R., Schramer, T.D., Kalki, Y. y Wylie D.B. (2019). Dietary Notes on the Variable Coral Snake, *Micrurus diastema* (Duméril, Bibron & Duméril, 1854). *Bulletin of the Chicago Herpetological Society*, 54, 4–8.
- Zaher, H., Murphy, R.W., Arredondo, J.C., Graboski, R., Machado-Filho, P.R., Mahlow, K.,

Montingelli, G.G., Bottallo-Quadros, A., Orlov, N.L. y Wilkinson, M. (2019). Large-scale molecular phylogeny, morphology, divergence-time estimation, and the fossil record of advanced caenophidian snakes (Squamata: Serpentes). *PLoS ONE*, 5, 23.

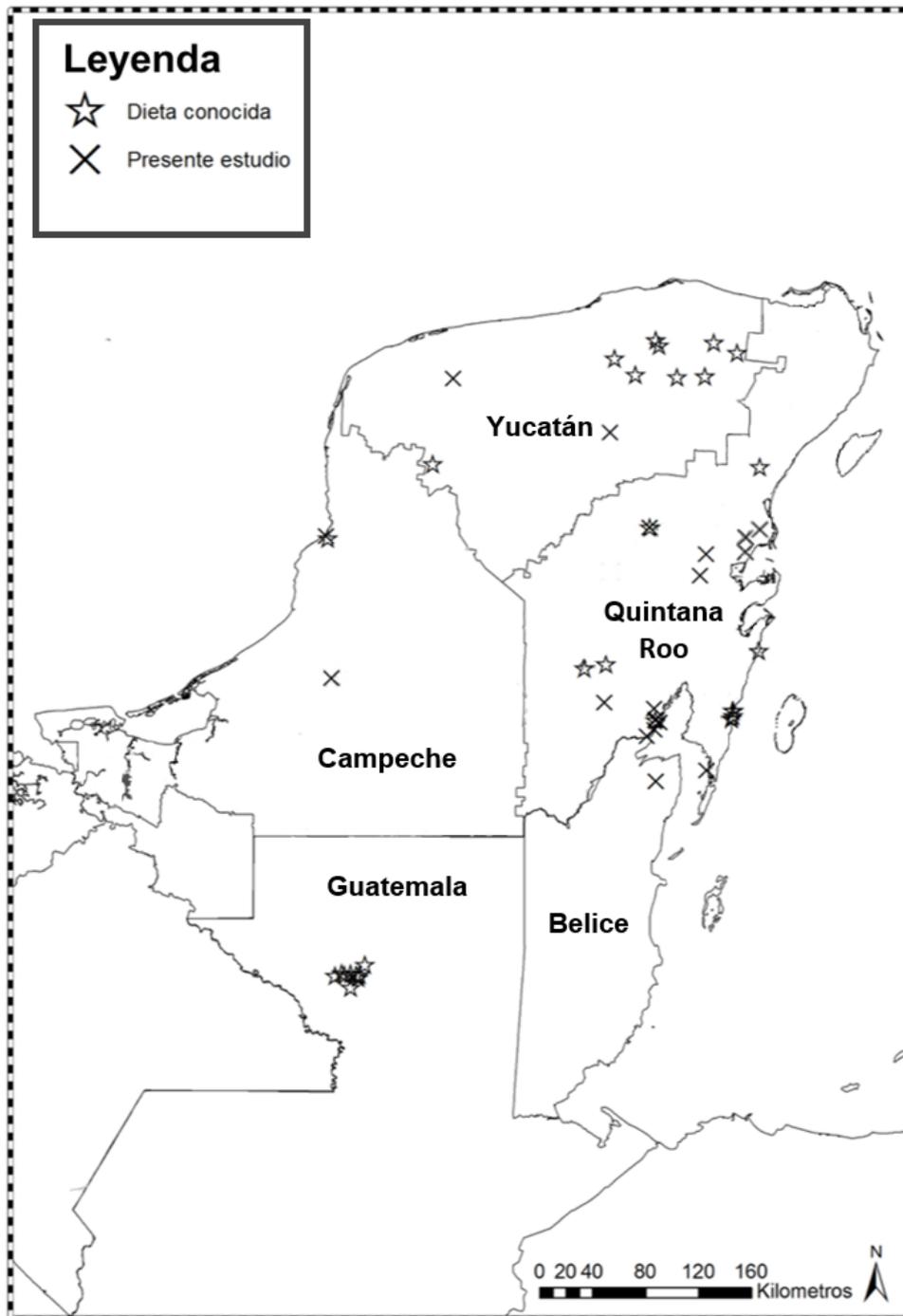


Figura 1. Distribución geográfica de los ejemplares de *Micrurus apiatus* con presas reportados en literatura y organismos analizados en el presente estudio con presas identificadas.

Tabla 1. Relación de especies presa de *Micrurus apiatus* reportadas en la literatura, con actualizaciones taxonómicas.

Localidad	Presa	Familia	
Guatemala	<i>Micrurus apiatus</i>	Elapidae	Seib, 1985
Guatemala	<i>Ninia sebae</i>	Dipsadidae	
Guatemala	<i>Stenorrhina degenhardtii</i>	Colubridae	
Quintana Roo	<i>Amerotyphlops microstomus</i>	Typhlopidae	Lee, 1996
Yucatán	<i>Coniophanes sp.</i>	Dipsadidae	
Campeche	<i>Tropidodipsas sartorii</i>	Dipsadidae	
Guatemala	<i>Lepidophyma flavimaculatum</i>	Xantusiidae	Roze, 1996
Guatemala	<i>Gymnophiona</i>	-----	
NE península Yucatán	<i>Amerotyphlops microstomus</i>	Typhlopidae	Greene, 1973
NE península Yucatán	<i>Ficimia publia</i>	Colubridae	
NE península Yucatán	<i>Holcosus undulatus</i>	Teiidae	
NE península Yucatán	<i>Ninia sebae</i>	Dipsadidae	
NE península Yucatán	<i>Pseudelaphe phaescens</i>	Colubridae	
NE península Yucatán	<i>Sibon sanniolus</i>	Dipsadidae	
NE península Yucatán	<i>Stenorrhina freminvillei</i>	Colubridae	
NE península Yucatán	<i>Tantilla canula</i>	Colubridae	
Guatemala	<i>Adelphicos sargii</i>	Dipsadidae	
Guatemala	<i>Geophis carinosus</i>	Dipsadidae	
Guatemala	<i>Ninia diademata</i>	Dipsadidae	
Guatemala	<i>Ninia sebae</i>	Dipsadidae	
Guatemala	<i>Stenorrhina degenhardtii</i>	Colubridae	
Quintana Roo	<i>Mesoscincus schwartzei</i>	Scincidae	Blaney and Blaney, 1978
S península Yucatán	<i>Ninia sebae</i>	Dipsadidae	Roze, 1996
S península Yucatán	<i>Tropidodipsas sartorii</i>	Dipsadidae	
Guatemala	<i>Adelphicos quadrivirgatum</i>	Dipsadidae	Campbell, 1998
Guatemala	<i>Ninia sebae</i>	Dipsadidae	
Guatemala	<i>Amerotyphlops microstomus</i>	Typhlopidae	
Guatemala	<i>Coniophanes fissidens</i>	Dipsadidae	
Guatemala	<i>Dendrophidion vinitor</i>	Colubridae	
Guatemala	<i>Gymnopsis syntrema</i>	Dermophiidae	
Guatemala	<i>Scincella cherriei</i>	Scincidae	
Guatemala	<i>Synbranchus marmoratus</i>	Synbranchidae	
Guatemala	<i>Tropidodipsas sartorii</i>	Dipsadidae	
Quintana Roo	<i>Chilopoda</i>	-----	Köhler et al. 2016b
Quintana Roo	<i>Ficimia publia</i>	Colubridae	
Quintana Roo	<i>Micrurus apiatus</i>	Elapidae	
Quintana Roo	<i>Ninia sebae</i>	Dipsadidae	
Quintana Roo	<i>Ophisternon aenigmaticum</i>	Synbranchidae	
Quintana Roo	<i>Dipsas brevifacies</i>	Dipsadidae	Carbajal-Márquez et al. 2019
Quintana Roo	<i>Ninia sebae</i>	Dipsadidae	

Tabla 2. Relación de ejemplares de *Micrurus apiatus* con contenido en el tracto gastrointestinal analizados en este estudio. Los asteriscos indican los ejemplares con más de un organismo en el tracto gastrointestinal, se resaltan en negritas los nuevos registros de presas.

Estadio	Sexo	Suborden	Familia	Contenido gastrointestinal
Adulto	♂	Serpentes	Sibynophiidae	<b><i>Scaphiodontophis annulatus</i></b>
Adulto	♂		Dipsadidae	<i>Dipsas brevifacies</i>
Juvenil*	♂		Dipsadidae	<b><i>Pliocercus elapoides</i></b>
			Dipsadidae	<i>Ninia sebae</i>
Adulto	♂		Dipsadidae	<b><i>Coniophanes imperialis</i></b>
Adulto	♀		Colubridae	<i>Tantillita canula</i>
			Dipsadidae	<i>Ninia sebae</i>
Adulto	♂		Dipsadidae	<i>Adelphicos visoninum</i>
Adulto*	♂		Dipsadidae	<i>Ninia sebae</i>
			Dipsadidae	<b><i>Coniophanes imperialis</i></b>
Adulto	♀		Colubridae	<i>Tantillita canula</i>
Adulto	♂		Dipsadidae	<i>Sibon sanniolus</i>
Juvenil	♀		Dipsadidae	<i>Sibon sanniolus</i>
Adulto	♂		Elapidae	<i>Micrurus apiatus</i>
Adulto	♀		Elapidae	<i>Micrurus apiatus</i>
Adulto	♂		Elapidae	<i>Micrurus apiatus</i>
Juvenil	♀		Elapidae	<i>Micrurus apiatus</i>
Juvenil	♀		Typhlopidae	<b><i>Indotyphlops braminus</i></b>
Adulto	♂		Typhlopidae	<b><i>Indotyphlops braminus</i></b>
Adulto	♂			Huevos de serpiente
Adulto	♂	Sauria	Mabuyidae	<b><i>Marisora lineola</i></b>
Adulto	♀		Scincidae	<i>Mesoscincus schwartzei</i>
Adulto	♂	Laurasiatheria (superorden)	Soricidae	<b><i>Cryptotis mayensis</i></b>

Apéndice 1. Relación de ejemplares de *Micrurus apiatus* analizados. Se incluye el sexo, estadio de desarrollo y número de catálogo asignado en las colecciones donde se encuentran. Depositados en el Colegio de la Frontera sur, unidad Chetumal (ECO-CH-H), El Colegio de la Frontera Sur, unidad San Cristóbal de las Casas (ECO-SCH), Colección herpetológica del Parque Científico en Mérida, Yucatán Módulo UNAM y Tecnológico Nacional de México Campus Chiná (ARITCH).

No. Catálogo	Sexo	Estadio	Estado
ECO-CH-H-0011	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-0209	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-0229	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-0245	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-0253	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-0367	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-0400	♀	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-1428	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-1750	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-1991	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-1992	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-2072	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-2085	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-2101	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-2245	♀	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-2351	♀	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-2432	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-2535	♀	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-2536	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-2541	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-2874	♀	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-3127	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-3140	♀	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-3142	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-3182	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-3731	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-3755	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-4003	♀	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-4100	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-4123	♂	Adulto	Quintana Roo

ECO-CH-H-4128	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-4518	♀	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-4548	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-4582	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-4603	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-4609	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-4621	♀	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-4622	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-4626	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-4692	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-CH-H-0206	♀	Juvenil	Quintana Roo
ECO-CH-H-0306	♀	Juvenil	Quintana Roo
ECO-CH-H-0368	♀	Juvenil	Quintana Roo
ECO-CH-H-0924	♂	Juvenil	Quintana Roo
ECO-CH-H-1133	♀	Juvenil	Quintana Roo
ECO-CH-H-1635	♀	Juvenil	Quintana Roo
ECO-CH-H-2932	♀	Juvenil	Quintana Roo
ECO-CH-H-2933	♀	Juvenil	Quintana Roo
ECO-CH-H-2934	♂	Juvenil	Quintana Roo
ECO-CH-H-3537	♀	Juvenil	Quintana Roo
ECO-CH-H-3716	♂	Juvenil	Quintana Roo
ECO-CH-H-3800	♀	Juvenil	Quintana Roo
ECO-CH-H-4054	♀	Juvenil	Quintana Roo
ECO-CH-H-4439	♂	Juvenil	Quintana Roo
ECO-CH-H-4802	♀	Juvenil	Quintana Roo
ECO-CH-H-4859	♀	Juvenil	Quintana Roo
ECO-CH-H-0007	ND	ND	Quintana Roo
ECO-CH-H-0404	ND	ND	Quintana Roo
ECO-CH-H-1309	ND	ND	Quintana Roo
ECO-CH-H-3141	ND	ND	Quintana Roo
ECO-CH-H-3490	ND	ND	Quintana Roo
ECO-CH-H-3987	ND	ND	Quintana Roo
ECO-CH-H-4359	ND	ND	Quintana Roo
ECO-CH-H-4368	ND	ND	Quintana Roo
ECO-CH-H-1241	♂	Adulto	Yucatán
ECO-CH-H-1669	♀	Adulto	Yucatán
ECO-CH-H-1699	♀	Adulto	Yucatán
ECO-CH-H-3514	♀	Adulto	Yucatán
ECO-CH-H-3532	♀	Adulto	Yucatán
ECO-CH-H-3611	♀	Adulto	Yucatán
ECO-CH-H-3617	♂	Adulto	Yucatán
ECO-CH-H-3618	♀	Adulto	Yucatán
ECO-CH-H-4354	♀	Adulto	Yucatán
ECO-CH-H-4763	♀	Adulto	Yucatán

ECO-CH-H-4764	♂	Adulto	Yucatán
ECO-CH-H-4793	♀	Adulto	Yucatán
ECO-CH-H-4800	♀	Adulto	Yucatán
ECO-CH-H-3444	♀	Juvenil	Yucatán
ECO-CH-H-3620	♀	Juvenil	Yucatán
ECO-CH-H-3789	♀	Juvenil	Yucatán
ECO-CH-H-3533	ND	ND	Yucatán
ECO-CH-H-4842	ND	ND	Yucatán
ECO-CH-H-0866	♂	Adulto	Campeche
ECO-CH-H-0875	♂	Adulto	Campeche
ECO-CH-H-1195	♀	Adulto	Campeche
ECO-CH-H-1196	♂	Adulto	Campeche
ECO-CH-H-1275	♂	Adulto	Campeche
ECO-CH-H-1353	♂	Adulto	Campeche
ECO-CH-H-1447	♂	Adulto	Campeche
ECO-CH-H-1470	♀	Adulto	Campeche
ECO-CH-H-1777	♂	Adulto	Campeche
ECO-CH-H-3983	♂	Adulto	Campeche
ECO-CH-H-1485	♂	Juvenil	Campeche
ECO-SCH-0587	♀	Adulto	Quintana Roo
ECO-SCH-0828	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-SCH-0830	♀	Adulto	Quintana Roo
ECO-SCH-0835	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-SCH-2734	♂	Adulto	Quintana Roo
ECO-SCH-0829	♀	Juvenil	Quintana Roo
CCRARY-0017	♂	Adulto	Yucatán
CCRARY-0052	♀	Adulto	Yucatán
CCRARY-0058	♀	Adulto	Yucatán
CCRARY-0069	♀	Adulto	Yucatán
CCRARY-0039	♂	Juvenil	Quintana Roo
ARITCH-067	♀	Juvenil	Campeche
ARITCH-075	♂	Adulto	Campeche
ARITCH-148	♂	Juvenil	Campeche



Figura 2. Diferentes ejemplares de *Micrurus apiatus* con presas parcialmente digeridas y que representan nuevas presas en su dieta. (A, B) *Cryptotis mayensis*, (C, D) *Marisora lineola*, (E) *Indotyphlops braminus*.



Figura 3. (A) Hembra de *Adelphicos visoninum* extraída del interior de un ejemplar de *Micrurus apiatus*. (B) Gónada de *A. visoninum* (la flecha muestra folículo en el ovario).

## Conclusiones generales

En este estudio se identificaron nuevas presas en la dieta de *M. apiatus* en su mayoría de la familia Dipsádidae, en esta familia se encuentra *A. visoninum*, que a pesar de no ser una nueva presa sí representa un nuevo registro de distribución para Campeche. Se confirma que la dieta de *M. apiatus* está compuesta principalmente de serpientes en menores cantidades de otros grupos como lagartijas y ocasionalmente de pequeños mamíferos, de igual modo se observó que independientemente del sexo o estadio de desarrollo *M. apiatus* se alimenta de los mismos tipos de presa.

En cuanto al dimorfismo sexual de la cabeza no fue observada alguna diferencia, sin embargo, en la talla total del cuerpo las hembras resultaron ser de mayor longitud corporal que los machos. Por último, se determinó que *M. apiatus* es una especie que se encuentra activa durante todo el año sin importar el sexo o el estadio de desarrollo, de igual modo se observó que estas serpientes de coral se alimentan de manera regular durante todo el año.

Los resultados obtenidos en esta tesis representan un aporte significativo en cuanto a los estudios sobre la ecología alimentaria de *M. apiatus*, sin embargo, es importante continuar con estudios complementarios e inclusive retomar el tema de los organismos juveniles y robustecer el tamaño de muestra, debido a que para este estudio no se logró recolectar gran cantidad de juveniles en las cuatro diferentes colecciones científicas que fueron consultadas.

## Literatura citada

- Aguilar-López JL. 2016. Las serpientes no son como las pintan. Academia Mexicana de Ciencias, comunicaciones libres. *Ciencia*. 67(2): 6–13.
- Campbell JA. 1998. Amphibians and reptiles of northern Guatemala, the Yucatán, and Belize. Vol. 4. Oklahoma: University of Oklahoma Press, Pp. 264–265.
- Campbell JA, Lamar WW. 2004. The Venomous Reptiles of the Western Hemisphere. Comstock, Ithaca: Comstock publishing associate, Pp. 161–163.
- Carbajal-Márquez RA, García-Balderas CM, Ramírez-Valverde T, Cedeño-Vázquez JR, Blanco-Campos NG. 2019. New prey items in the diet of snakes from the Yucatán Peninsula, Mexico. *Cuadernos de Herpetología*. 33(2): 71–74.
- Gurrutxaga-San Vicente M, Lozano Valencia PJ. 2006. Efectos de la fragmentación de hábitats y pérdida de conectividad ecológica dentro de la dinámica territorial. *Polígonos. Revista de Geografía*. (16): 35–54.
- Heimes P. 2016. Snakes of Mexico. Frankfurt, Alemania: Chimaira. 572.
- Köhler G. 2003. Reptiles de Centroamérica. Offenbach, Alemania: Herpeton. 281–367.
- Köhler G, Cedeño-Vázquez JR, Spaeth M, Beutelspacher-García P. 2016a. The Chetumal Snake Census: generating biological data from road-killed. Part 1. Introduction and identification key to the snakes of southern Quintana Roo, Mexico. *Mesoamerican Herpetology*. 3(3): 669–687.
- Köhler G, Cedeño-Vázquez JR, Spaeth M, Beutelspacher-García P. 2016b. The Chetumal snake census: generating biological data from road-killed snakes. Part 3. *Leptodeira frenata*, *Ninia sebae*, and *Micrurus diastema*. *Mesoamerican Herpetology*. (3): 930–947.
- Lee JC. 1996. The Amphibians and Reptiles of the Yucatan Peninsula. Ithaca:

Comstock, Cornell University Press. 391–393.

Reyes-Velasco J, Adams RH, Boissinot S, Parkinson CL, Campbell JA, Castoe TA, Smith EN. 2020. Genome-wide SNPs Clarify lineage diversity confused by coloration in coral snakes of the *Micrurus diastema* species complex (Serpentes: Elapidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 147: 106–770.

Rodríguez-Robles JA. 2002. Feeding ecology of North American gopher snakes (*Pituophis catenifer*, Colubridae). *Biological Journal of the Linnean Society*. 77(2): 165–183.

Roze JA. 1996. Coral snakes of the Americas: biology, identification, and venoms. Florida: Krieger Publishing Company. 152-153.

Uetz, P., Freed, P, y Hošek, J. 2021. The Reptile Database, <http://www.reptile-database.org>, Consultado 10 de marzo 2021.

Wilson LD, Mata-Silva V, Johnson JD. 2013. A conservation reassessment of the reptiles of Mexico based on the EVS measure. *Amphibian and Reptile Conservation*. 7(1): 1–47.

Zavala JT, Sánchez JG, Díaz-Vega JT, Sánchez-Sánchez D, Ruiz-Castillo L. 2002. Serpientes y reptiles de importancia médica en México. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM*. 45(5): 212–219.