



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Ciencias Biológicas

Tesis:
**Depredación en serpientes de cascabel, en función del
tamaño corporal**

Tesis que para obtener el título de
LICENCIADA EN BIOLOGÍA

Presenta:
Diana Carolina Reyes Sánchez

Director
Dr. Gustavo Alberto Arnaud Franco



Mayo 2018

Esta tesis está dedicada a:

Mis padres que siempre me apoyaron y que siempre me dieron fuerza para seguir adelante a pesar de la distancia y lo complicado que es este proceso y sobre todo por
CONFIAR EN MI, LOS AMO.

Mis hermanos que quiero y amo demasiado, y que a pesar de la distancia siempre me dieron su apoyo incondicional. También a mí cuñado Juan Carlos que siempre estuvo apoyándome, y mis sobrinas, que a pesar de ser muy pequeñas siempre fueron mi
fortaleza para seguir adelante.

Agradecimientos

Gracias al Dr. Gustavo Arnaud, quien me dio la oportunidad de realizar este trabajo de investigación en el laboratorio de Ecología Animal en las instalaciones del CIBNOR, y sobre todo por brindarme el apoyo, paciencia y conocimientos durante este proceso de investigación.

Gracias a los compañeros del laboratorio, Dr. Víctor, a los técnicos que me apoyaron en el trabajo de campo y a Paty por compartirme sus conocimientos y apoyo durante mi trabajo de tesis.

Gracias a Fernando y Karina, dos grandes compañeros de laboratorio, que, cuando sin conocer a nadie ellos fueron los primero en brindarme su apoyo dentro de esta área de trabajo, además de darme la oportunidad de conocerlos, no solo como compañeros, si no como AMIGOS.

Agradezco a Ofelia y a Mary, dos grandes amigas de la licenciatura, que siempre estuvieron apoyándome sin importan que tan lejos estábamos pero jamás me dejaron sola. Gracias niñas las quiero demasiado.

Gracias José María, por tu enorme paciencia y apoyo durante este proceso tan largo y complicado.

Agradezco a la Maestra Lucero y al Dr. Carlos por su apoyo en las revisiones de mi escrito de tesis.

INDICE

1. Resumen	1
2. Introducción	2
3. Antecedentes	4
4. Justificación	5
5. Hipótesis	5
6. Objetivos	6
6.1 Objetivo general	6
6.2 Objetivos particulares	6
7. Métodos	7
7.1 Área de estudio	7
7.1.1 Vegetación	7
7.1.2 Fauna	7
7.1.3 Clima	10
7.2 Elaboración de modelos	11
7.3 Periodos de muestreo	12
7.4 Colocación de modelos en el campo	13
7.5 Identificación de depredadores	15
7.6 Cuantificación de ataques	16
7.7 Análisis estadísticos	16
8. Resultados	17
8.1 Depredación con base a su tamaño corporal	17
8.2 Depredación en dos hábitats (arroyo/planicie)	18
8.2.1 Depredación con base a la talla y hábitat	18
8.3 Depredación en diferentes sitios	19
8.3.1 Depredación con base a la talla y al sitio	20
8.4 Depredación en dos temporadas (seco/lluvias de verano)	20
8.4.1 Depredación con base a la talla y temporada	21
8.5 Análisis de comparación múltiple	22
8.6 Marcas de ataques por región corporal	23
8.7 Tipos de marcas	24
8.8 Principales depredadores	26
9. Discusión	27
10. Conclusión	30
11. Bibliografía	31
12. Anexos	36

1. RESUMEN

La mortalidad y factores bióticos y abióticos que afectan negativamente la población de las serpientes de cascabel son muy variados. Se atribuye a las especies de talla pequeña tener menor sobrevivencia que las que alcanzan tallas grandes, por ello la tasa de sobrevivencia generalmente se correlaciona con el tamaño; sin embargo, el conocimiento de la biología y ecología de las serpientes de cascabel en México y a nivel mundial es escaso, por lo anterior, en el presente estudio se intenta conocer las diferencias en depredación en función de la talla corporal en un ecosistema desértico en la península de Baja California, México.

Se hicieron 128 modelos de plastilina de serpientes de cascabel, 64 pequeñas y 64 grandes, que fueron colocados en campo en diferentes hábitats (arroyo y planicie), sitios (bajo cobertura vegetal y sin cobertura vegetal) y en dos temporadas de tiempo (seco y lluvias de verano). Estudios muestran que los depredadores atacan a ambos modelos de diferente talla, sin encontrar diferencias significativas; esto mismo sucedió entre el número de ataques y cada una de las variables (sitios, hábitats, temporada y región corporal). De igual forma para el número de ataques y región del cuerpo más atacada. En cuanto a los depredadores, los mamíferos fueron los principales en atacar a los modelos. Por último, los ataques en función a la temporada con respecto a los sitios, se encontró diferencia significativa, esto pudo deberse a la vegetación, ya que durante el periodo seco era casi nula, por lo que en sitios bajo cobertura vegetal la presión de depredación se debió a la falta de cobertura principalmente de depredadores aéreos. Por otro lado durante la temporada de lluvias de verano la vegetación fue más abundante y los ataques fueron en sitios sin cobertura vegetal por depredadores mamíferos nocturnos, por lo que se podría considerar que estos depredadores están más asociados a depredar y atacar principalmente en espacios abiertos. Estos resultados demuestran que los modelos de plastilina son eficientes para simular a una serpiente viva y provocar que sus depredadores los ataquen, y que la depredación de las serpientes de cascabel, no se ve influenciado por su tamaño, sitio, periodo y hábitat, de forma independiente, pero si entre sitios y periodos.

2. INTRODUCCIÓN

México es un país con gran número de especies, ecosistemas, variabilidad genética y abundancia de especies endémicas (Espinosa *et al.*, 2008). Parte de esta biodiversidad está representada por 864 especies de reptiles (40 familias y 159 géneros), que representan el 8.7 % de los reptiles a nivel mundial, de los cuales 393 especies corresponden a serpientes, entre estas se encuentra la familia Viperidae (Flores & Gracia, 2014; Neri *et al.*, 2014).

La familia Viperidae está integrada por dos subfamilias: Viperinae y Crotalinae (Bolaños, 1982), ambas con especies venenosas y de hábitos terrestres, algunas presentan hábitos arborícolas (Klauber, 1972). La subfamilia Crotalinae habita solo en el continente Americano (Stebbins, 2003) y está formada por 10 géneros, siendo el más diverso el género *Crotalus*, representado por 35 especies, de las cuales el 90% se distribuye en México y se estima que la diversidad más alta del género está en el norte del país, por lo que México es considerado como el centro de dispersión del género (Klauber, 1972; Campbell & Lamar, 1989; Grismer, 2002; Place & Abramson, 2004). Su distintivo característico es la presencia de un crótalo (cascabel) en el ápice de la cola, a excepción de *C. catalinensis* que no lo presenta (Klauber, 1972) y colmillos retráctiles huecos, curvados hacia atrás e independientes en movilidad y situados en la parte anterior del maxilar superior, por donde fluye el veneno en una mordida, a este tipo de dentición se llama solenoglifa (McPeak, 2000).

El género *Crotalus* se distribuye en diferentes ambientes, tanto desérticos como boscosos y desde el nivel del mar hasta por arriba de los 4,000 m (Campbell & Lamar, 2004). Presentan características biológicas que las ponen en riesgo, tales como tener un crecimiento lento, maduración tardía, presentan un número de crías reducido y períodos prolongados entre períodos de reproducción (Klauber, 1972; Campbell & Lamar, 2004), lo cual las hace vulnerables a la fragmentación del hábitat, a los asentamientos humanos (Challenger, 1998) y a la acción del ser humano (Arnaud, 2015). Sin embargo, el conocimiento de la biología y ecología de las cascabeles en México y a nivel mundial son escasos (Ashton, 2001).

Si bien la mortalidad y los factores que afectan negativamente la población de las serpientes de cascabel son propiciados por el hombre, destacan los siguientes: colecta ilegal, presencia de fauna exótica en islas (gatos), atropellamientos en carreteras, cacería, modificaciones del hábitat así mismo el hombre también es un depredador de serpientes, pues las mata por el miedo que le provocan, o para alimentarse de ellas (Arnaud, 2015).

En los ecosistemas sus depredadores son muy variados, como las aves rapaces y diversas especies de mamíferos y reptiles (Klauber, 1972). Se atribuye a las especies de talla pequeña tener menor sobrevivencia que las que alcanzan tallas grandes, por ello la tasa de sobrevivencia generalmente se correlaciona con el tamaño (Altwegg *et al.*, 2005; Prival & Schroff, 2012), por lo que se les asigna a las serpientes pequeñas de especies tanto venenosas y no venenosas como vulnerables a la depredación (Webb & Whiting, 2005); sin embargo, ningún estudio ha examinado la depredación sobre las serpientes de cascabel en con base al tamaño corporal en México.

En el noroeste de México (Península de Baja California e islas del Golfo de California y del Pacífico), se distribuyen 15 especies, de las cuales cuatro se encuentran en el Estado de Baja California Sur: *Crotalus ruber*, *C. mitchellii*, *C. enyo* y *C. viridis* (Grismer, 2002), siendo *C. ruber* la especie de mayor talla (Grismer, 2002), además de ser la más abundante (Arnaud, 2008). En relación a estas cuatro especies, se desconoce si la depredación las afecta de manera diferenciada, por lo que en el presente estudio se pretende identificar diferencias en depredación en función de la talla, en un ecosistema desértico en la península de Baja California.

El presente estudio se llevó a cabo en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), con sede en la Paz, B.C.S., formando parte del proyecto Institucional: "Conservación de serpientes de cascabel del noroeste de México".

3. ANTECEDENTES

Las serpientes de cascabel tienen un gran número de depredadores, entre los que figuran varias especies de aves, como los correcaminos (*Geococcyx californianus*) y las rapaces, como el halcón guaco (*Herpetotheres cachinnans*), gavián cangrejero colorado (*Heterospizias meridionalis*), gavián cangrejero negro (*Buteogallus anthracinus*) (Reid, 1944; Coombs, 2016) y el búho americano (*Bubo virginianus*) (Llinas *et al.*, 1991), además de mamíferos como la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) (Arnaud & Acevedo, 1990), el coyote (*Canis latrans*) (Arnaud, 1993; Grajales *et al.*, 2003), el tejón (*Taxidea taxus*) y animales domésticos como perros y gatos (Klauber, 1972). Entre los reptiles depredadores naturales de las cascabeles están: la serpiente rey (*Lampropeltis getula*) y la culebra chirrionera (*Masticophis flagellum*) (Klauber, 1972).

Para evitar la depredación, algunas serpientes no venenosas presentan patrones de coloración y comportamientos similares a los de algunas serpientes venenosas (Elapidae y Viperidae) (Sherbrooke & Westphal, 2006), además del ocultamiento físico y la coloración aposemática (Madsen, 1987).

La tasa de mortalidad por depredación en serpientes, resulta difícil de cuantificar, dado que existe una baja probabilidad de observar tales eventos de depredación, sin embargo se han realizado estudios para identificar ataques de depredadores en serpientes, para ello se ha recurrido al uso de modelos o réplicas de plastilina, y así estudiar la interacción depredador-presa (Mitrovich & Cotroneo, 2005; Coombs, 2016). El uso de réplicas de plastilina permite reconocer marcas de cualquier intento de depredación, así como la posibilidad de manipular patrones de color, postura y tamaño corporal, para registrar eventuales diferencias de depredación entre ellos (Brodie, 1993; Farallo & Forstner, 2012).

Brodie (1993) utilizó réplicas de plastilina de serpientes coralinas, para obtener tasas de depredación por aves; mientras que Farallo & Forstner (2012) utilizaron réplicas de plastilina para estimar el riesgo de depredación de las serpientes de cascabel *Crotalus lepidus* (cascabel de las rocas) sobre diferentes tipos de sustratos.

Se ha utilizado otras técnicas para los estudios de sobrevivencia en serpientes en diferentes tipos de hábitats, utilizando modelos de caucho en forma de “S” (Wilgers & Honre, 2007), o de masilla compuesta de arcilla mezclada con aceite de linaza y aceite vegetal, para probar si las serpientes en ambientes semi-sombreados, eran detectadas por los depredadores (Coombs, 2016), concluyendo que los depredadores atacan los modelos, como si estuvieran atacando a las serpientes vivas.

4. JUSTIFICACIÓN

Dado que son escasos los estudios sobre la ecología de las serpientes de cascabel y su relación con sus depredadores (Ashton, 2001), el presente trabajo dará una pauta para determinar diferencias de depredación en serpientes de cascabel en función del tamaño, utilizando modelos de plastilina en un ecosistema desértico en la península de Baja California, durante dos periodos del año, en dos hábitats diferentes y sitios bajo cobertura y sin cobertura vegetal.

5. HIPÓTESIS

Dado que la sobrevivencia de las serpientes de cascabel está relacionada con su talla corporal y que los depredadores corren menos riesgo atacando a una serpiente de talla pequeña que a una grande, se espera que al utilizar modelos de plastilina para el análisis de depredación, los ejemplares de menor talla presenten un mayor número de evidencias de ataque.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo General

- Identificar si existe diferencia en la depredación en serpientes de cascabel de diferente tamaño corporal en un matorral xerófilo del sur de la Península de Baja California.

6.2 Objetivos particulares:

1. Identificar si existen diferencias de depredación entre hábitats diferentes (arroyos, planicies aluviales).
2. Determinar si existe diferencia en la depredación de serpientes con base al sitio (bajo cobertura vegetal, sin cobertura vegetal) en que se encuentre la serpiente.
3. Determinar si existen diferencias de depredación en función de la temporada del año (lluvias de verano, seco).
4. Identificar la región corporal (anterior, media, posterior) que prefieren los depredadores para atacar una serpiente.

7. MÉTODOS

7.1 Área de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en la península de Baja California en la ecorregión Costera del Golfo (González-Abraham *et al.*, 2010), en la Reserva Biológica “Laura Arriaga”, predio “El Comitán” (24° 13' 30.85" N y -110° 42' 77.03"W) (figura 1). Esta área, de 200 hectáreas de superficie cuenta con pendientes por debajo de 10 grados y esta disectado por una variedad de arroyos que conducen agua solo después de lluvias copiosas (León de la Luz *et al.*, 1996). El área tiene más de 30 años libre de la presencia de ganado doméstico.

7.1.1 Vegetación

La vegetación del área está representada por un matorral sarcocaulé (León de la Luz *et al.*, 1996), siendo las plantas perennes las de mayor importancia. En la tabla 1 se muestran un listado de las plantas más representativas de este ecosistema.

7.1.2 Fauna

En el área existe una diversidad de fauna, entre los que destacan las serpientes de cascabel, siendo *C. ruber* la más abundante y diversos depredadores potenciales de serpientes de cascabel, incluyendo aves como el correcaminos (*Geococcyx californianus*) y las rapaces, así como mamíferos de talla media (Tabla 2). Para identificar la presencia de mamíferos potencialmente depredadores de las serpientes, se realizó una prospección previa del área, a través de cámaras trampa (marca Bushnell) durante un año, colocando un total de seis cámaras, tres en hábitat planicie y tres en hábitat de arroyo, habiendo registrado la presencia de coyotes, zorra gris, gato montés, perros domésticos y mapaches (Comunicado personal, Arnaud Gustavo & Huitrón Karina) se puede observar algunas imágenes en el anexo 1.

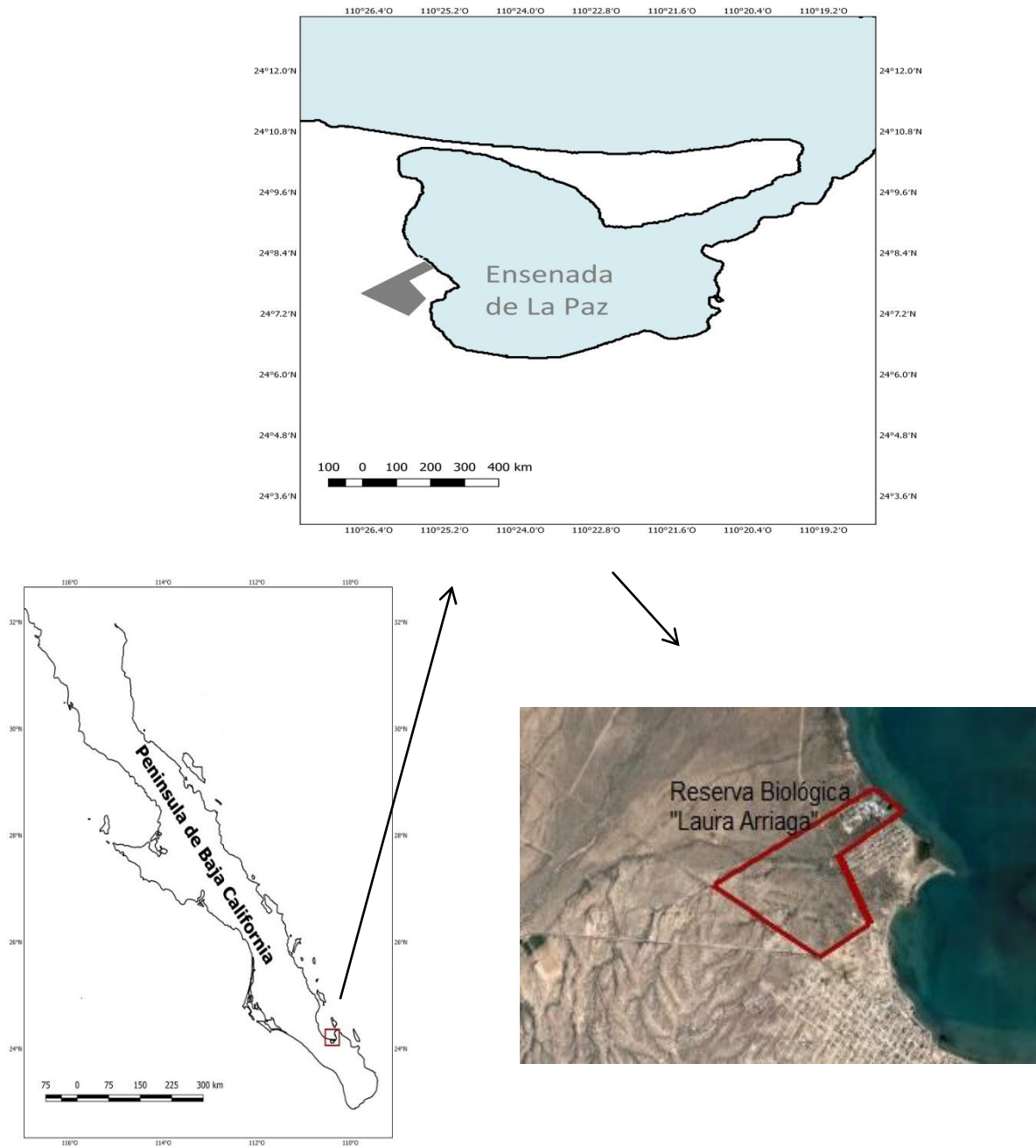


Figura 1. Localización del área de estudio Reserva Biológica “Laura Arriaga” predio “El Comitán”.

Tabla1. Vegetación representativa del matorral sarcocaula de “El Comitán” (León de la Luz, *et al.*, 2013).

Vegetación del "El Comitán"		
Familia	Nombre científico	Nombre común
Cactácea	<i>Stenocereus gummosus</i>	Pitaya agria
Fabaceae	<i>Prosopis articulata</i>	Mezquite
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria diguetii</i>	Palo Adán rojo
Euphorbiaceae	<i>Jatropha cinerea</i>	Lomboy blanco
Cactacea	<i>Cylindropuntia cholla</i>	Cholla pelona
Krameriaceae	<i>Krameria paucifolia</i>	Mezquitillo
Capparaceae	<i>Capparis atamisquea</i>	Juaiven
Burseraceae	<i>Bursera microphylla</i>	Torote Rojo
Cactaceae	<i>Stenocereus thurberi</i>	Pitaya dulce
Asparagaceae	<i>Agave datilyo</i>	Mezcalillo
Cactaceae	<i>Pachycereus pringlei</i>	Cardón pelón
Anacardiaceae	<i>Cyrtocarpa edulis</i>	Ciruelo
Euphorbiaceae	<i>Pedilanthus macrocarpus</i>	Candelilla
Fabaceae	<i>Parkinsonia praecox</i>	Palo brea
Fabaceae	<i>Olneya tesota</i>	Palo fierro
Cactaceae	<i>Lophocereus schottii</i>	Garambullo
Celastraceae	<i>Maytenus phyllanthoides</i>	Mangle dulce
Solanaceae	<i>Lycium brevipes</i>	Frutilla
Malvaceae	<i>Horsfodia alata</i>	Malvilla
Acanthaceae	<i>Ruellia californica</i>	Rama parda

Tabla 2. Depredadores potenciales de las serpientes de cascabel que se encuentran en el predio El Comitán B.C.S.

Depredadores Potenciales			
Familia	Nombre científico	Nombre común en México	Nombre común local
Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán Cooper	Aguililla
	<i>Parabuteo unicinctus</i>	aguililla rojinegra	Halcón
Cuculidae	<i>Geococcy</i>	Correcamino	Churea
	<i>Californianus</i>	norteño	
Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	Tecolote
Canidae	<i>Canis latrans</i>		Coyote
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>		Zorra gris
Felidae	<i>Lynx rufus</i>		Gato montés

7.1.2 Clima

El clima de El Comitán es de tipo BW (h') hw (e), es decir, muy árido, cálido-seco, con temperaturas extremas: muy frías y demasiado cálidas. La temperatura promedio mensual es de 18°C, registrado en el mes de enero, y de 30°C durante el mes de agosto. La precipitación media anual es de 180 mm, con las mayores precipitaciones durante la temporada de agosto-septiembre (lluvias de verano) y con una precipitación invernal inferior al 10% entre los meses de diciembre-febrero (lluvias de invierno o "equipatas"), la temporada de sequía (figura 2) corresponde a los meses de marzo a julio (García, 1973).

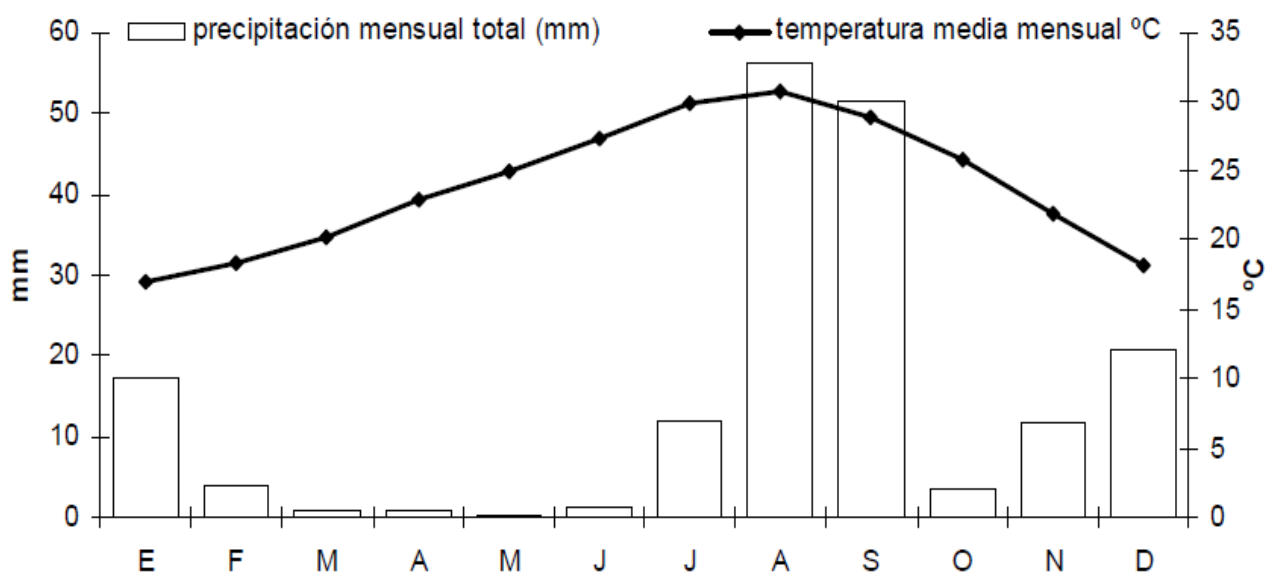


Figura 2. Climograma de la estación climática de La Paz, B.C.S., mostrando el promedio de temperatura y precipitación entre los años 1984-1999 (Velderrain, 2007).

7.2 Elaboración de modelos

Se elaboraron réplicas o modelos en plastilina representando a especies silvestres de serpientes de cascabel, los cuales fueron colocadas en el campo siguiendo el método descrito por Madsen (1987), Brodie (1993), Hinman *et al.* (1997), Mitrovich & Cotroneo (2006) y Farallo & Forstner (2012). Para el presente estudio se utilizó plastilina de colores café y blanca no tóxica (marca baco). El uso de plastilina permite que se plasmen las marcas de depredación, permitiendo registrar así el número de ataques sobre los modelos (Niskanen & Mappes 2005).

Se elaboraron 32 modelos cilíndricos que fueron pintados con pintura acrílica color café, asemejando la coloración de las serpientes de cascabel (*C. ruber*) de la parte sur de la península de Baja California. En los modelos se distinguió la región de la cabeza del resto del cuerpo, resaltando en la porción terminal un crótalo o cascabel. Las réplicas se separaron en dos tallas diferentes: 1) las que representaron serpientes grandes y 2) las que representaron individuos pequeños. Las grandes fueron de entre

90-100 cm de longitud, con un diámetro de 10 cm (figura 3), y las pequeñas de 35-40 cm de largo, con un diámetro de 5 cm (figura 3). Dichas medidas fueron seleccionadas con base en las que presenta la serpiente *C. ruber* la cual es la serpiente más común en el Estado en la región de muestreo, (comunicación personal Gustavo Arnaud); la coloración del dorso en ambos modelos tuvieron un patrón semejante de *C. ruber*.



Figura 3. Modelos de *Crotalus* grandes (A) y pequeñas (B)

7.3 Temporadas de muestreo

Los modelos fueron dispuestos en el campo en la temporada seca (abril y junio) y en la temporada de lluvias de verano (agosto y septiembre), con dos repeticiones cada una (figura 4).



Figura 4. Se observan las dos temporadas en diferente hábitat, A, C son fotografías tomadas en la temporada seca con escasa vegetación, y B, D en temporada de lluvias de verano con mayor cobertura vegetal. Por otro lado A y B es el hábitat de arroyo y C, D es el hábitat planicie.

Los muestreos tuvieron un intervalo de dos meses aproximadamente entre uno y otro, para evitar el aprendizaje de depredadores (Niskanen & Mappes, 2005). Las fechas de los muestreos se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Fechas de muestreo durante dos temporadas

Muestreos	Temporada seca	Temporada lluvias de verano
Primer muestreo	24-28 de abril 2017	11- 15 de septiembre 2017
Segundo muestreo	26-30 de junio 2017	9-13 de octubre 2017

7.4 Colocación de modelos en el campo

Los modelos fueron dispuestos en el campo en una postura en forma de S, de tal manera que parecieran reales. El sitio donde se colocó se marcó con una cinta de plástico de color, para disponerlos siempre en el mismo sitio. Se colocaron en dos tipos de hábitats; arroyo y planicie, separados entre sí por aprox. 300 m. En cada hábitat se colocaron ocho modelos grandes y ocho pequeños, separados cada uno por 20 m. En cada sitio de muestreo se colocó un ejemplar grande y uno pequeño, separados entre sí por 3 m.; las serpientes se colocaron alternativamente, es decir, bajo cobertura vegetal (BC) y sin cobertura vegetal (SC) (figura 5). Los de cobertura vegetal se colocaron bajo especies arbóreas de mezquite (*Prosopis articulata*), ciruelo (*Cyrtocarpa edulis*) y palo fierro (*Olneya tesota*), que son los árboles y arbustos más representativos del área.

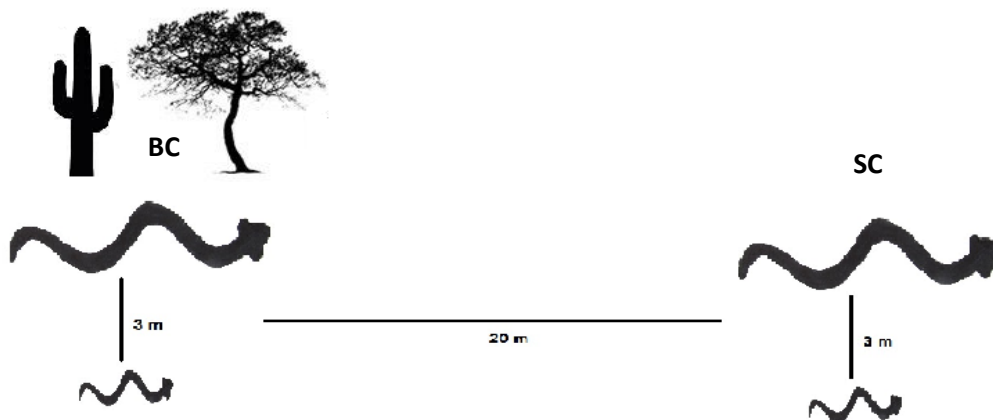


Figura 5. Disposición de los modelos en los transectos, alternados entre sitios bajo cobertura vegetal (BC) y sin cobertura vegetal (SC).

Se colocaron 16 modelos grandes y 16 pequeños en cada uno de los hábitats por cada periodo de muestreo (32 modelos), de tal manera que se dispusieron 64 modelos por cada periodo, por lo que el número total de modelos colocados en el campo fue de 128 (tabla 4). Los modelos de serpientes se dejaron en el campo durante cuatro noches consecutivos, revisándolos diariamente por las mañanas y registrando las evidencias de depredación nocturna que presentaron de la noche anterior. La depredación diurna no fue posible cuantificar, debido a las temperaturas altas que se registraron durante el periodo de muestreo en ambas épocas y que podían derretir los modelos de serpientes. Sin embargo no sé retiraron durante el día, fueron cubiertos con cartones (sin cobertura vegetal) y con tela blanca (bajo cobertura vegetal) a partir de las 8 horas y posteriormente a las 18 horas se descubrían todos los modelos.

Tabla 4. Número y tipo de modelos utilizados por periodo y por hábitat, con un total de 128 para todo el estudio.

		Periodo	
		Seco	Lluvias de verano
H á b i t a t	Arroyo	Grandes 16	Grandes 16
		Pequeños 16	Pequeños 16
	Planicie	Grandes 16	Grandes 16
		Pequeños 16	Pequeños 16
Total por temporada		64	64
Total de modelos		128	

7.5 Identificación de depredadores

Para identificar a los depredadores que atacaron las serpientes, se revisaron las marcas presentes en los modelos. Las marcas hechas por dientes fueron identificadas por su disposición, ya que son similares a clavijas, que son típicas de mamíferos carnívoros (figura 6). En cambio las marcas de aves, se distinguen por ser profundas y presentar un solo orificio en forma V como se muestra en la figura 6 (Coombs, 2016; Farallo & Forstner, 2012 y Brodie, 1993).



Figura 6. A) Se muestra la marca de la dentición de un mamífero, B, C y D son marcas de picotazos (Coomb, 2016, Farallo & Forstner, 2012 y Brodie, 1993).

7.6 Cuantificación de ataques

Se cuantificó el número total de modelos de acuerdo a la talla, sitio (bajo cobertura vegetal-sin cobertura), entre hábitats (arroyo-planicie), entre temporadas (seco-lluvias de verano), por tipo de depredador, así como la porción del modelo atacado. Si un modelo presentó más de una marca de la noche anterior, se registró como el ataque de un solo depredador, debido a la probabilidad de que fueran del mismo animal (Niskanen & Mappes, 2005 y Brodie & Janzen, 1995).

A las marcas de los ataques se les tomó fotografías como evidencia, registrando la parte (anterior, media y posterior) en que fue atacado el modelo (figura.7).

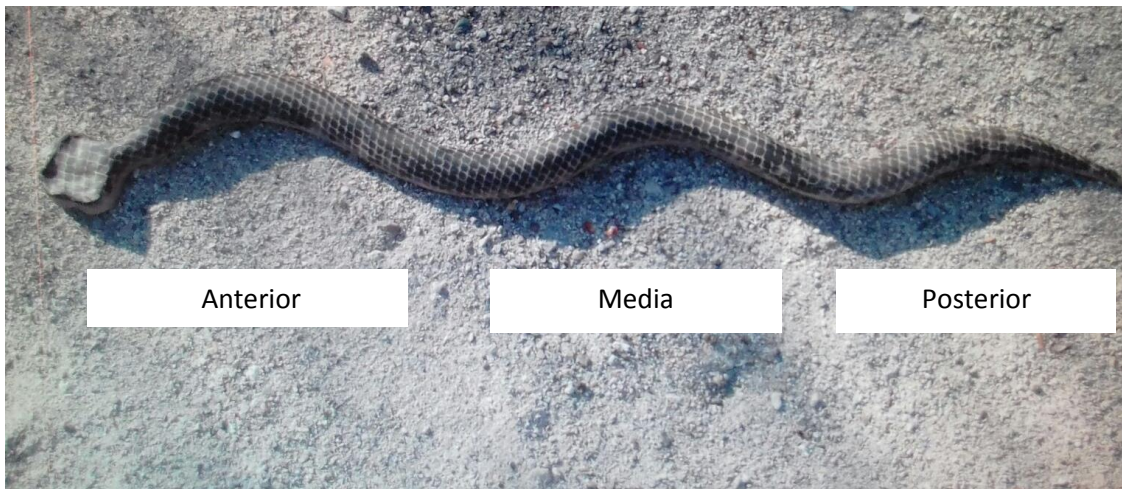


Figura 7. Modelo de cascabel con sus tres regiones.

7.7 Análisis estadísticos

Para determinar si hubo diferencias en los ataques y cada una de las variables (talla, condición, hábitat y temporada) se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon-Mann la cual es una prueba equivalente a la de t-student, pero que se utiliza para datos sin distribución normal, posteriormente se utilizó un Modelo Lineal Generalizado (GLM por sus siglas en inglés) con distribución de error binomial; prueba que no discrimina datos con distribución normal o no, para determinar si hubo diferencias entre los ataques debido a la talla con base al sitio, hábitats, temporada ; también se hizo un GLM de comparación múltiple para saber si hubo diferencias entre el número de

ataques y todas las variables. Por último, para determinar si hubo diferencias entre el número de marcas por región corporal, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

Los análisis estadísticos se realizaron en el software Statistica y en el lenguaje de programación R (R Core Team 2014), con un nivel de confianza del 95 %.

8. RESULTADOS

8.1 Depredación con base a su tamaño corporal

De los 128 modelos que fueron dispuestos en el campo en los dos periodos de muestreo, 13 (10%) presentaron señales de ataque. Tres modelos presentaron dos tipos de marcas de depredador, por lo que se contaron dos veces. Nueve ataques fueron en los modelos de talla pequeña y siete en los grandes. La prueba de Wilcoxon no mostró diferencias significativas de los ataques en función de la talla de los modelos ($P>0.05$), (figura 8).

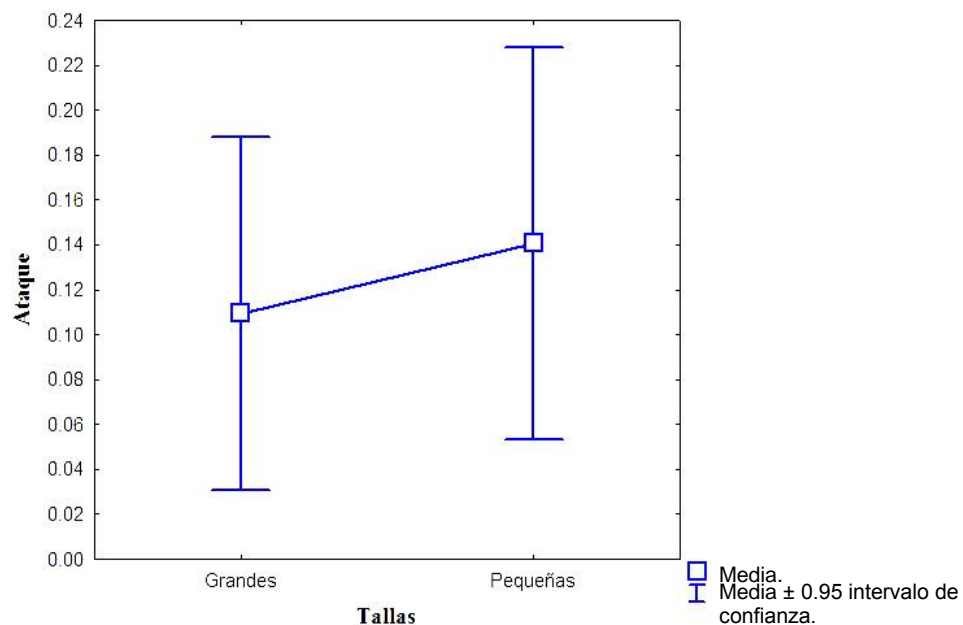


Figura 8. Promedio de ataque por talla.

8.2 Depredación en dos hábitats (arroyo/planicie)

El mayor número de ataques a los modelos ocurrió en los colocados en arroyo, con un total de ocho modelos (12.5%); de los cuales dos tuvieron marcas de diferente depredador por lo que se contaron dos veces. En cambio, en la planicie, cinco modelos (7.8%) mostraron señales de ataques; uno de ellos mostró marcas de diferente depredador y se contó dos veces. La prueba Wilcoxon no mostró diferencia significativa ($P>0.05$) entre los ataques y los dos hábitats donde fueron colocados los modelos (figura 9).

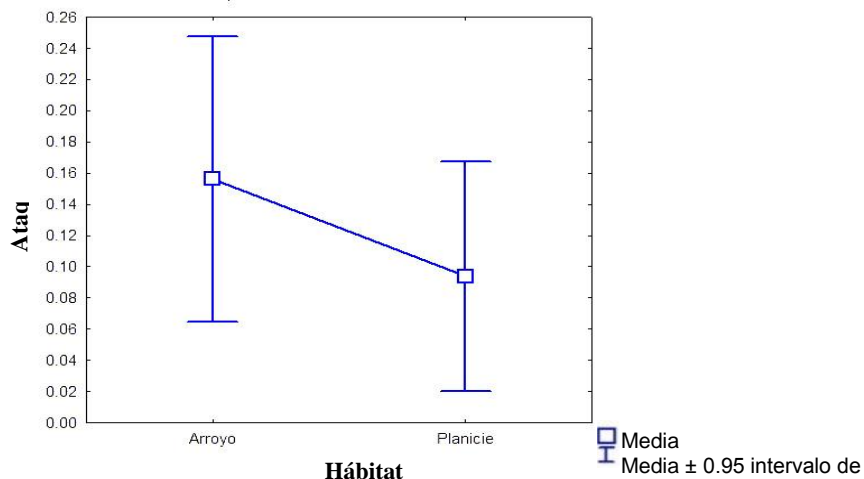


Figura 9. Promedio de ataque por hábitat.

8.2.1 Depredación con base a la talla y hábitats

De los ocho modelos que presentaron señales de ataques de los colocados en arroyo, cuatro fueron pequeños y cuatro grandes. En cambio, de los cinco modelos atacados en planicie, tres fueron pequeños y dos grandes. La prueba GLM, no mostró diferencias significativas ($P>0.05$) entre los ataques en los modelos por talla y hábitat (figura 10).

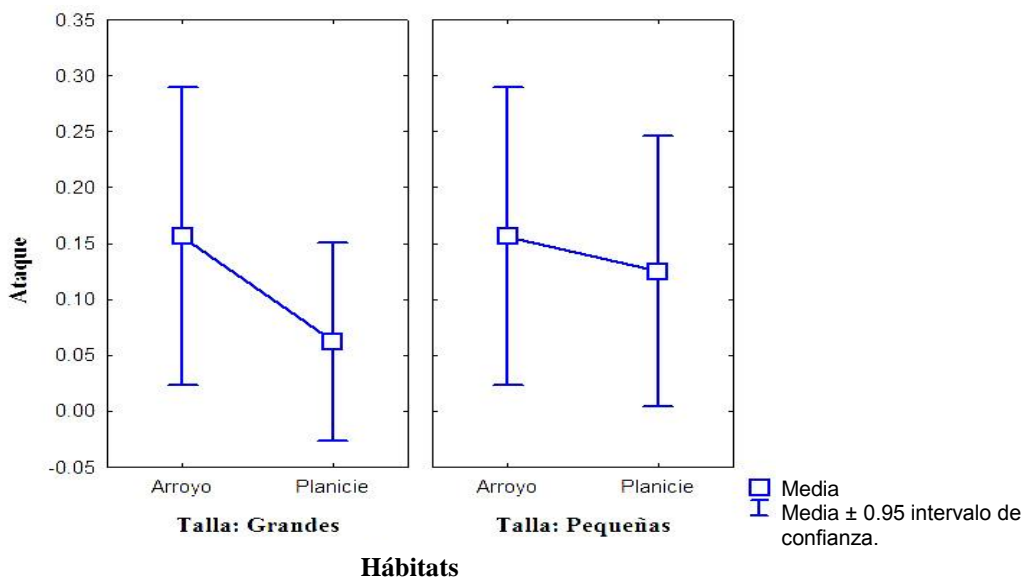


Figura 10 Promedio de ataque por talla y hábitat.

8.3 Depredación en diferentes sitios

De los 16 ataques que presentaron los 13 modelos, once fueron en ocho modelos (12.5%) que se encontraban bajo cobertura vegetal, mientras que los otros cinco (7.81%) se encontraron en sitios sin cobertura vegetal. La prueba Wilcoxon no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los ataques bajo cobertura vegetal y sin cobertura vegetal (figura 11).

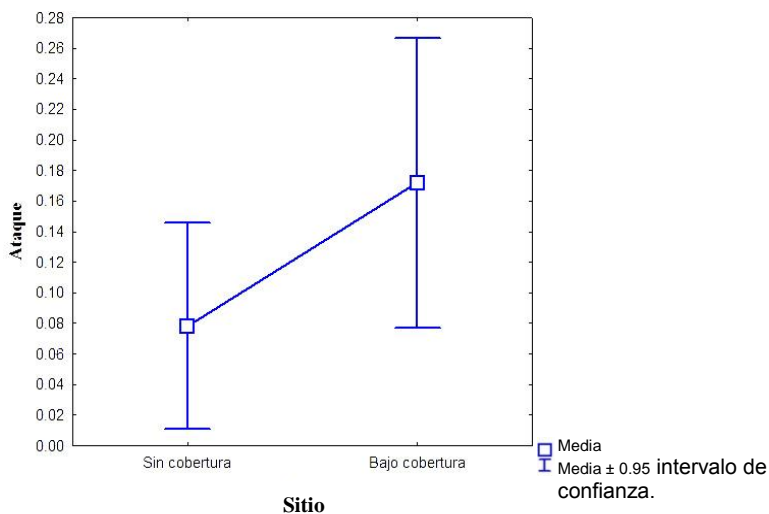


Figura 11. Ataque promedio por sitio.

8.3.1 Depredación con base a la talla y al sitio

De los ocho modelos que presentaron señales de ataques bajo cobertura vegetal, cinco fueron pequeñas y tres grandes. En cambio, de los cinco modelos que presentaron ataques en los sitios sin cobertura vegetal, dos fueron pequeñas y tres grandes. El análisis GLM no mostró diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los ataques por tallas de los modelos y el sitio en que se encontraban (figura 12).

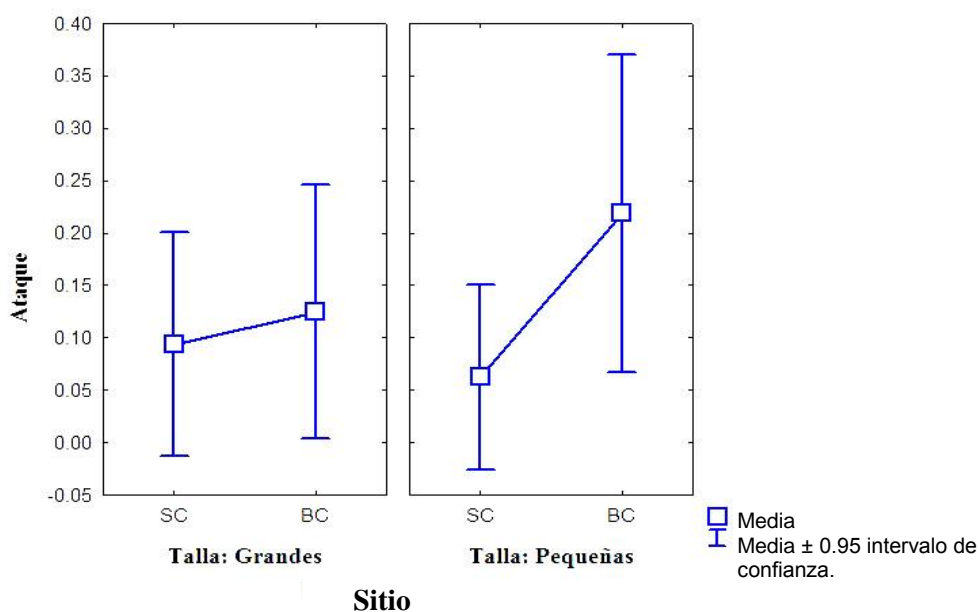


Figura 12. Promedio de ataques por talla y sitio.

8.4 Depredación en dos temporadas (seco, lluvias de verano)

En la temporada seca, se encontraron siete modelos (11%) con señales de ataques; de los cuales, tres mostraron dos marcas de diferente depredador, por lo que se contaron dos veces. Mientras que, en la temporada lluvias de verano el número de modelos con señales de ataques fue de seis (9.37%). La prueba Wilcoxon no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$) entre el número de ataques en los modelos y las dos temporadas (figura 13).

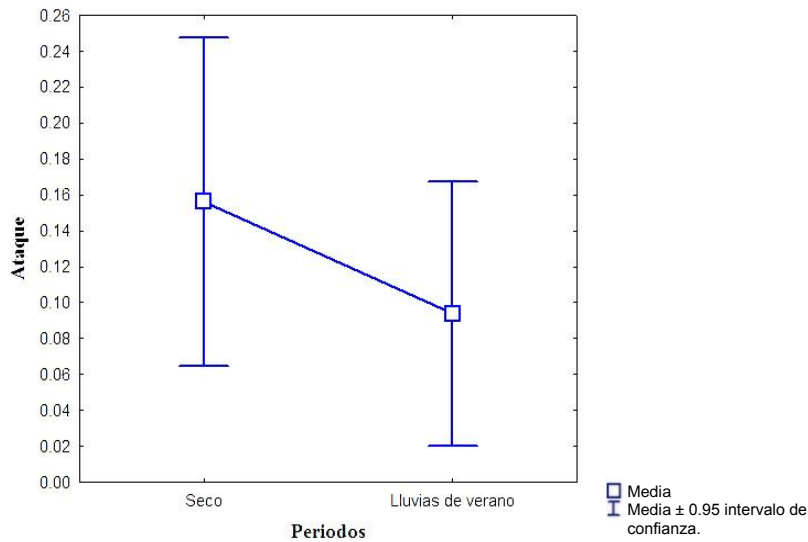


Figura 13. Ataque promedio por periodo.

8.4.1 Depredación con base a la talla y temporadas

De los siete modelos que presentaron señales de ataques en la temporada seca, los de talla pequeña fueron atacados en cinco ocasiones, mientras que los grandes fueron atacados en dos. En la temporada lluvias de verano, los ataques fueron principalmente en los modelos grandes, con cuatro ataques y dos para los pequeños. La prueba GLM, no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los ataques por talla y temporada (figura 14).

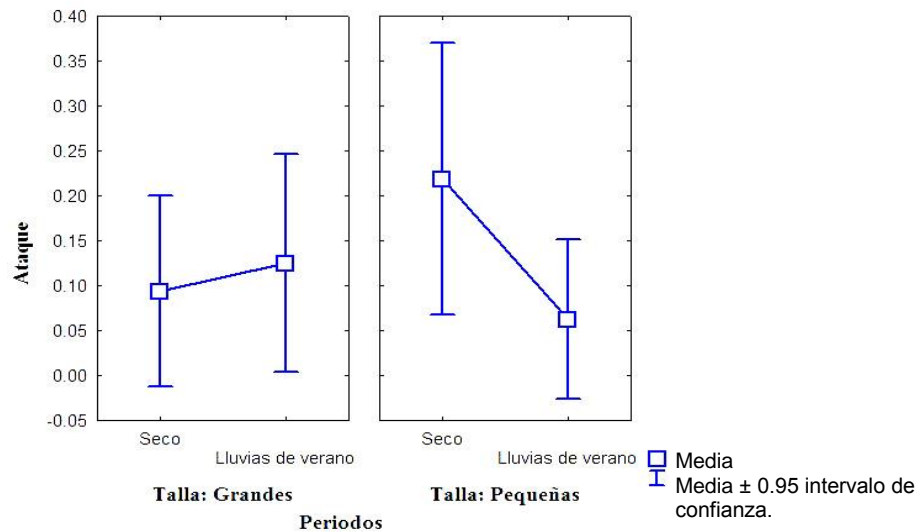


Figura 14. Promedio de por talla y temporada.

8.5 Comparación múltiple

El GLM de comparación múltiple (figura 15) mostró una diferencia significativa ($P < 0.05$), entre el número de ataques en los modelos en relación al sitio y a la temporada. Cabe mencionar que los 13 modelos con señales de ataques, tres mostraron dos marcas de diferente depredador, por lo que se contaron dos veces. Del total de los ataques (16) de depredación en los modelos, el 62.5% (10) se registró durante la temporada seca, y el 37.5% (6) en la temporada de lluvias de verano, de los cuales, el 69% (11) corresponde a ataques en modelos que se encontraban bajo cobertura vegetal y el 31% (5) en modelos colocados sin cobertura vegetal.

De los 11 (69%) modelos atacados bajo cobertura vegetal, el 91% (10) fueron durante la temporada seca y el 9% (1) a la temporada lluvias de verano, mientras que, de los 5 (31%) modelos atacados sin cobertura vegetal, el 100% (5) corresponde a la temporada lluvias de verano, sin ningún registro para la temporada seca.

Es importante mencionar que el principal depredador durante la temporada seca fueron las aves y durante la temporada lluvias de verano fueron los mamíferos, lo que indica que la vegetación es un factor muy importante para evitar la depredación de las serpientes de cascabel, al menos por depredadores nocturnos aviares. Por otro lado los depredadores nocturnos mamíferos están más asociados a depredar y atacar principalmente en espacios abiertos.

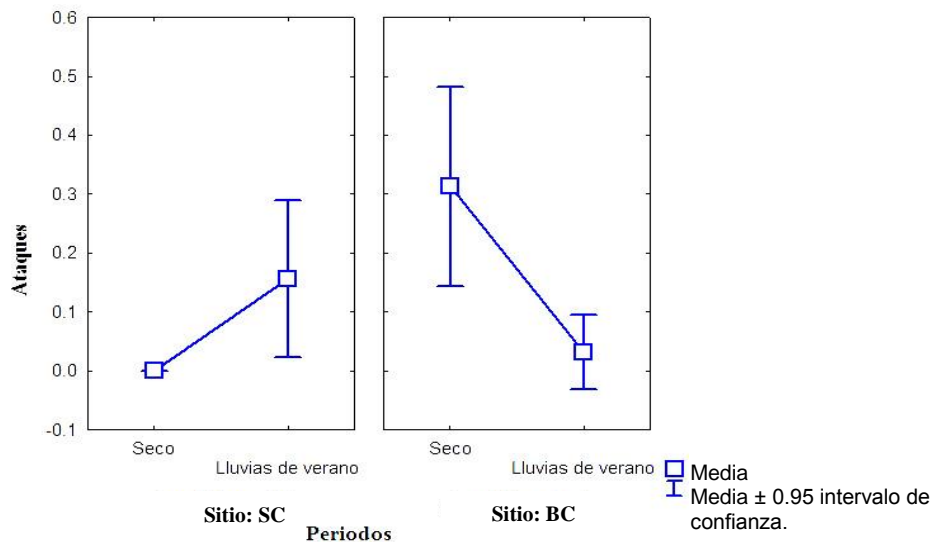


Figura 15. Promedio de ataques, condición y temporada.

8.6 Marcas de ataques por región corporal.

Del total de los 13 modelos con señales de ataques, se contabilizaron 22 marcas de depredadores, distribuidas en diferentes regiones del cuerpo (Figura 17 y 18), siete en la parte anterior, ocho en la parte media y siete en la región posterior (Figura 16). La prueba Kruskal Wallis no mostró diferencia significativa ($P > 0.05$) entre el número de marcas y la región corporal en que se presentaron.

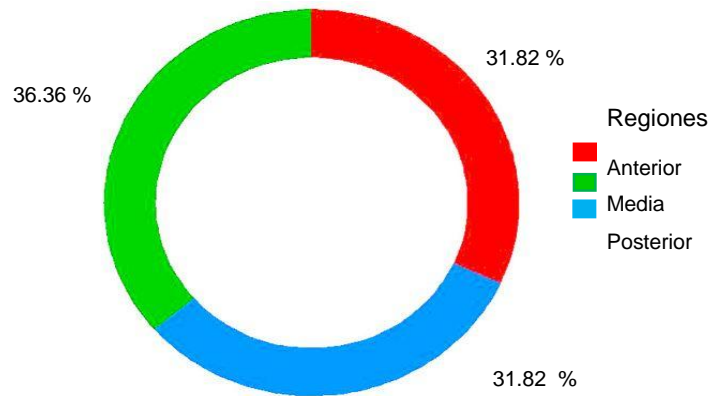


Figura 16. Ataque por región corporal



Figura 17. Modelo juvenil con marcas en la región anterior y posterior de un posible depredador mamífero.



Figura 18. Modelo adulto con marca de picotazo en la región anterior de un posible depredador aviar.

8.7 Tipos de marcas

Los modelos atacados tuvieron diferentes tipos de marcas a lo largo del cuerpo, que variaron desde pequeñas mordeduras simples, hasta numerosas marcas de mordeduras, picotazos, rasguños e incluso desplazamientos del modelo (figuras 19, 20, 21 y 22).



Figura 19. Modelo juvenil mostrando la marca de un ataque de mamífero (mordedura de un canido).



Figura 20. Modelo adulto mostrando marca de picotazo por aves.



Figura 21. Modelo juvenil atacado y desplazado por un mamífero. (A) Huella de un posible coyote, (B) modelo desplazado aproximadamente 2 m., colocación original (C).



Figura 22. Modelo adulto con pequeñas mordeduras de un posible mamífero.

8.8 Principales depredadores

De los 16 ataques que presentaron los 13 modelos, nueve fueron de depredadores mamíferos, registrando cinco ataques en modelos de talla pequeña y cuatro en modelos de talla grande, principalmente en la temporada lluvias de verano y SC. En cuanto a los ataques aviares, fueron principalmente observados en la temporada seca y BC, donde se obtuvieron siete modelos con señales de ataques, cuatro en modelos de talla pequeña y tres de talla grande.

9. DISCUSIÓN

El uso de modelos de plastilina mostró ser una metodología útil para identificar si existen diferencias en depredación (ataques) en función de la talla. Debido a la consistencia de la plastilina, fue posible identificar las marcas dejadas en los modelos por diferentes depredadores (Niskanen & Mappes, 2005). Así, en esta investigación se corrobora que las marcas de dientes de mamíferos son similares a clavijas, en cambio las marcas de ave, se distinguieron por su profundidad y por presentar un solo orificio en forma de “V” (Coombs, 2016). Este tipo de marcas por aves, fueron también identificadas sobre modelos que presentaban serpientes de coral (*Micrurus*) en Costa Rica (Brodie, 1993 y Hinman *et al.*, 1997)

Un factor que hubo que considerar en el presente estudio, fue la temperatura ambiental y del suelo, que afectaban a los modelos de plastilina, ya que durante verano, por haber realizado el trabajo en una región semiárida, las temperaturas ambientales alcanzaban los 40°C y las del suelo hasta 70°C. En este contexto, si los modelos no se protegían del sol durante el día, estos se derretían, deformando la forma del modelo. Esto deberá ser considerado para futuros estudios con modelos de plastilina en zonas áridas.

Una alternativa de la plastilina, es la utilización de otros materiales, como el caucho (Wilgers & Honre, 2007), masilla compuesta de arcilla mezclada con aceite de linaza y aceite vegetal (Coombs, 2016), o espuma de poliuretano, que es, un material ideal que puede soportar temperaturas superiores a los 38 ° C (Farallo & Forstner, 2012). Antes de su utilización en ambientes con altas temperatura como las zonas áridas, deberán hacerse pruebas para evaluar el comportamiento de los materiales.

El uso de los modelos de plastilina puede ser complementado con la utilización de cámaras con sensor de movimiento (cámaras-trampas), dispuestas en cada uno de los sitios en que sean colocados los modelos, para identificar al depredador que ataque a los modelos, así como identificar el comportamiento del depredador ante la presencia de los modelos; sin embargo, por cuestiones de logística en este estudio no fue posible

colocar cámaras trampas en cada uno de los sitios donde se colocaron los modelos de plastilina.

Este trabajo determinó si había diferencias de depredación en modelos de serpientes de cascabel con base al tamaño corporal. Los datos que se obtuvieron entre los ataques y el tamaño de los modelos, para ambas tallas (pequeñas y grandes) no mostraron diferencias significativas, es decir, no hubo preferencia de ataque por parte de los depredadores hacia los modelos de diferente tamaño, sin embargo, se observó que, en los modelos pequeños las marcas de ataques fueron de forma más agresiva, ya que fueron mordidos, picoteados y rasguñados un mayor número de veces que en los modelos de talla grande, lo cual podría indicar que los depredadores nocturnos de serpientes de cascabel reconocen el riesgo de atacar a una presa de mayor tamaño que una pequeña, lo cual concuerda con Mitrovich & Contreo (2006) quienes al trabajar con depredadores diurnos y nocturnos de culebras, tampoco encontraron diferencias significativas del número de ataques entre los modelos grandes y pequeños hechos de plastilina y de igual manera observaron mayor agresividad de ataque para las culebras pequeñas que para las grandes. Los resultados también sugieren que la presencia de réplicas de serpientes, independientemente de su tamaño, es suficiente para provocar un ataque (Mitrovich & Contreo, 2006), aunque no se descarta la posibilidad de existan ataques solo por curiosidad y no precisamente por depredación.

Los resultados de los ataques de depredación entre hábitats no mostraron una diferencia significativa, sin embargo, cabe mencionar que, más del 50 % de los ataques totales se registraron en el hábitat arroyo, esto podría deberse a que existe una mayor actividad de depredadores nocturnos de serpientes de cascabel en este hábitat.

En cuanto a la depredación en los modelos con base al sitio que fueron colocados (bajo cobertura vegetal, sin cobertura vegetal), no mostraron una diferencia significativa, lo cual concuerda a lo encontrado por Coombs (2016), quien no encontró una diferencia del número de ataques en modelos de serpientes pequeñas entre los sitios semi-sombreados y sin cobertura vegetal, por otro lado Webb & Whiting (2005) y Wilgers & Horne (2007) obtuvieron datos contrarios, con una diferencia significativa en los ataques de modelos de serpientes entre sitios parcialmente abiertos y relativamente

ocultos. Estos resultados pueden deberse a que el tamaño de muestra fue pequeña, aunque el número de modelos se asemeja al estudio de Webb & Whiting (2005) en climas templados. A pesar de no encontrar diferencia significativa en este trabajo, se observó que la mayor tasa de ataques fueron en modelos bajo cobertura vegetal, lo cual sugiere que los depredadores tienden a buscar activamente en áreas donde la presa podría esconderse (Coombs, 2016), además a pesar de los pequeños tamaños de muestra, el número de serpientes de modelo que fueron atacadas sugiere que las serpientes pueden estar sujetos a un alto grado de presión de depredación en el área de estudio.

Respecto a los ataques de depredación en función de la temporada del año (seco y lluvias de verano) no se obtuvo una diferencia significativa. Esto probablemente se debió al aprendizaje de los depredadores al identificar los sitios en que fueron colocados los modelos en cada una de las temporadas del año y su repetición (Niskanen & Mappes, 2005), además de reconocer que eran modelos de plastilina simulando a serpientes de cascabel.

En cuanto a los ataques por región corporal (anterior, media, posterior), en este estudio, los ataques a los modelos fueron dirigidos de manera homogénea en las tres regiones del cuerpo, sin encontrar preferencia de ataque en alguna región corporal, lo cual difiere de Guimarães & Sawaya (2011) quienes encontraron diferencia significativa al usar réplicas de plastilina para probar si los depredadores atacan a las serpientes con mayor frecuencia en la cabeza que en otras partes del cuerpo. Smith (1977) menciona que los ataques dirigidos a la cabeza y la cola se interpretan como una capacidad de manipular a presas peligrosas, por lo tanto los resultados sugieren que los depredadores nocturnos no reconocen el riesgo de atacar a una serpiente de cascabel o al menos en modelos.

Por último, el número de ataques en los modelos por sitio (BC y SC), se ve influenciado por la temporada (seco, lluvias de verano), teniendo una diferencia significativa, esto pudo deberse a la ausencia de vegetación durante la temporada seca, lo que podría indicar que en sitios BC la presión de depredación en los modelos de serpientes se debió a la falta de cobertura principalmente de depredadores aéreos, a

pesar de tener esta diferencia, se considera que la incapacidad del movimiento de las serpientes artificiales influye en el número de ataques de depredación en modelos colocados en la temporada de lluvias de verano, ya que el movimiento aumenta la capacidad de detección aérea por depredadores (Wilgers & Horne, 2007).

Por otro lado se podría considerar que los depredadores mamíferos nocturnos están más asociados a depredar y atacar principalmente en espacios abiertos, ya que fue el principal grupo de depredadores potenciales durante la temporada de lluvias de verano en sitios SC.

10. CONCLUSIÓN

En México, este es el primer estudio realizado con depredación de serpientes de cascabel, tomando en cuenta distintas variables (tamaño, hábitat, sitio, temporada y región corporal de ataque), donde se observó:

- Los modelos de plastilina son eficientes para simular a una serpiente viva y provocar que sus depredadores sean atacados.
- La depredación de las serpientes de cascabel, no se ve influenciado por su tamaño, sitio, temporada y hábitat, de forma independiente.
- Los depredadores nocturnos de “El Comitán” no reconocen el riesgo de atacar a una serpiente de cascabel, o al menos en modelos de plastilina.
- Las serpientes de cascabel en temporada seca son depredadas principalmente por aves.
- Las serpientes de cascabel en temporada de lluvias de verano son depredadas principalmente por mamíferos.
- El tamaño de muestra fue pequeña, el tiempo de exposición de los modelos en campo fue poco, y para futuras investigaciones se debe considerar un mayor tiempo de muestreo.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Altwegg R.S., Dummermuth, B.R. Anholt, & Flatt T. 2005. Winter weather affects asp viper *Vipera aspis* population dynamics through susceptible juveniles. *Oikos*, 110: 55–66.
- Arnaud F.G.A. 2015. Conservación de serpientes de cascabel de la península e islas del Golfo de California y del Pacífico. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. HK051 México D.F.
- Arnaud G. 1993. Alimentación del coyote *Canis latrans* en Baja California Sur, México. Pp. 205-215. In: A. Medellín y G. Ceballos, (eds). Avances en el estudio de los mamíferos de México. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C., México, D.F.
- Arnaud, G., & Acevedoo, Ma., 1990. Hábitos alimenticios de la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus* (Carnivora: canidae) en la región meridional de Baja California, México., *Rev. Biol. Trop.*, 30 (2B): 497-500
- Asthor, K. G. 2001. Body size variation among mainland populations of the Western Rattlesnakes (*Crotalus viridis*). *Evolution*. 55(12):2523-2533
- Bolaños R. 1982. Las Serpientes Venenosas De Centroamérica y El Problema Del Ofidismo. *Revista Costarricense de Ciencias Médicas*, 3: 165-184.
- Brodie E. D. & Janzen F. J. 1995. Experimental studies of Coral Snake mimicry: generalized avoidance of ringed snake patterns by free-ranging avian predators. *Functional Ecology*. 9, 186-190
- Brodie E.D. 1993. Differential avoidance of coral snake banded patterns by free-ranging avian predators in Costa Rica. *Evolution*, 47: 227-235.
- Cambell, J. & Lamar W.W. Lamar. 1989. *The Venomous Reptiles of Latin America*. Cornell University Press. Ithaca and London.

- Cambell, J. A & Lamar W. W. 2004. The Venomous Reptiles of the Wetern Hemisphere, 2 vols. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Castro N. E.E., Bénard V.M. & Alagón C.A. 2014. Reptiles venenosos en México. Revista digital universitaria, Vol.15., Núm. 11.
- Ceballos G. 1993. Especies en peligro de extinción. *Ciencias*, 7: 5-10.
- Challenger, 1998. Utilización y conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado, presente y futuro. CONABIO, Instituto de biología-UNAM, sierra Madre. México.
- Coombs G. 2016. Quantifying predation pressure and the protective role of sheltered basking sites for small snakes in South Africa. *Phyllomedusa*, 15:155-162.
- Espinosa, D., Ocegueda, C. S., & Vázquez, B.B., 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural, en Capital natural de México, vol.I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp.33-65.
- Farallo, R. V., & Forstner, J. R.M., 2012. Predation and the Maintenance of Color Polymorphism in a Habitat Specialist Squamate., PLoS ONE 7(1): e30316. doi:10.1371/journal.pone.0030316
- Flores V.O.A. & García V.U.O. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 467–475.
- Flores V.O.A. 1993. Biología y problemática de los vertebrados en Mexico, Capitulo: Riqueza de los anfibios y reptiles. Revista de difusión de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Número especial 7: 33-42.
- García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. 2a. ed. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 246 pp.

- Grajales T.K.M., Rodríguez E.R. & Hernández C.J. 2003. Dieta estacional del coyote *Canis latrans* durante el periodo 1996-1997 en el desierto del vizcaíno Baja California Sur, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 89: 17-28.
- Grismer L. 2002. Amphibians and reptiles of Baja California, including its pacific islands and the islands in the Sea of Cortés. University of California Press, 409 pp.
- Guimarães M. & Sawaya R.J. 2011. Pretending to be venomous: is a snake's head shape a trustworthy signal to a predator? *Journal of Tropical Ecology*, 27: 437-439
- Hinman, E.K., Throop L. H., Adams L.K., Dake J. A., McLauchlan K. K. & McKone J.M. 1997. Predation by Free-Ranging Birds on Partial Coral Snake Mimics: The Importance of RingWidth and Color. *Society for the Study of Evolution*. 51, No. 3 pp. 1011-1014
- Klauber L.M. 1972. Rattlesnakes: Their habits, life histories, and influence on Mankind. University of California Press.
- León de la L.J.L., Blázquez M.M. del C. & Ortega R.A. 2013. ¿Qué se mueve en el desierto?: Historia del matorral Sarcocaulis, Publicación de Divulgación del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C. La Paz, B.C.S., México, 218 pp.
- León de la L.J.L., Coria B.R. & Cruz E.M. 1996. Fenología floral de una comunidad árido-tropical de Baja California Sur, México. *Acta Botánica Mexicana*, 35: 45–64.
- Llinas G.J., Arnaud. G. & Acevedo M. 1991. Food habits of the great horned owl (*Bubo virginianus*) in the cape region of lower California, México. *The Raptor Research Foundation, Inc.*, j. Raptor Res. 25: 140-141.
- Llorente B.J. & Ocegueda S. 2008. Estado del conocimiento de la biota, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, 283-322.

- Madsen, T., 1987. Are Juvenile Grass Snakes, *Natrix natrix*, Aposematically Coloured? , Wiley on behalf of Nordic Society Oikos., 48:265-267.
- McPeak, R.H. 2000. Amphibians and Reptiles of Baja California. Sea Challengers, Monterrey, California.
- Mitrovich J.M. & Controneo A.R. 2005. Use of plasticine replica snakes to elicit antipredator behavior in the California ground squirrel (*Spermophilus Beecheyi*). *The Southwestern Naturalist*, 51: 263-267.
- Murillo Q. R. 2009. Uso de habitat de la vibora de cascabel (*Crutalus ruber*) en un matorral xerofilo de la Paz, Baja California Sur, Mexico. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. La Paz, B.C.S. pp.106.
- Neri C.E.E., Bénard V.M. & Alagón C.A. 2014. Reptiles Venenosos en México. Revista digital universitaria, Vol. 15., pp
- Niskanen, M. & Mappes, J., 2005. Significance of the dorsal Pattern of Viper *latastei gaditana* against Avian Predators. *Journal of Animal Ecology*, Vol. 74, No. 6, pp.1091-1101.
- Place, J.A., & Abramson, I.C. 2004. A quantitative analysis of the ancestral area of rattlesnakes. *Journal of Herpetology*, 38:152-156.
- Prival D.B. & Schroff M.J. 2012. A 13-year study of a northern population of Twainspotted Rattlesnakes (*Crotalus pricei*): growth, reproduction, survival, and conservation. *Herpetological Monographs*, 26: 1–18.
- Reid D.E. 1944. Los géneros de anfibios y reptiles de Colombia, III: Reptiles, orden de las serpientes, 155-224.
- Sherbrooke C.W. & Westphal F.M. 2006. Responses of greater roadrunners during attacks on sympatric venomous and nonvenomous snakes. *The Southwestern Naturalist*, 51: 41-47.
- Sih A. 1987. Predation: direct and indirect impacts on aquatic communities. Cap: Predators and prey lifestyles: an evolutionary and ecological overview, 203-224.

- Smith S. M. 1977. Coral-snake pattern recognition and stimulus generalization by naive great kiskadees (Aves: Tyrannidae). *Nature*, 265:535-536
- Sparkman A.M., Bronikowski A.M., Billings J.G., Von B.D. & Arnold S.J. 2013. Avian predation and the evolution of life histories in the Garter Snake *Thamnophis elegans*. *American Midland Naturalist*, 170: 65-88.
- Stebbins R.C. 2003. *A Field Guide to Western Reptiles and Amphibians*. rd ed. Houghton Mifflin Co., Boston Massachusetts.
- Velderrain A. (2007). Estructura de la vegetación en montículos en una planicie aluvial de Baja California Sur. Tesis de Maestría en Ciencias, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, BCS. 65 pp.
- Webb J.K. & Whiting M.J. 2006. Does rock disturbance by superb lyrebirds (*Menura novaehollandiae*) influence habitat selection by juvenile snakes? *Austral Ecology*, 31: 58-67.
- Wilgers J.D. & Honre A.E. 2007. Spatial Variation in depredation Attempts on Artificial Snakes in a Fire-Disturbed Tallgrass Prairie. *The Southwestern Naturalist*, 52: 263-270.

12. Anexos

Anexo I. Depredadores potenciales de “El Comitán”, A. Correcaminos (*Geococcyx californianus*), B. Coyote en arroyo (*Canis latrans*), C. Zorra gris en arroyo (*Urocyon cinereoargenteus*), D. Mapache (*Procyon lotor*), E. Búho cornudo (*Bubo virginianus*), F. Gato montés (*lynx rufus*).



A



B



C



D



E



F

Anexo II: Valores de P al realizar el Modelo Lineal Generalizado (GLM) múltiple.

VARIABLES	VALOR DE P
Talla	0.5926
Sitio	0.1046
Hábitat	0.2773
Periodo	0.2748
Talla: Sitio	0.3306
Talla: Hábitat	0.5086
Sitio: Hábitat	0.728
Talla: Periodo	0.1102
Sitio: Periodo	0.00004482 ***
Hábitat: Periodo	0.4386
Talla: Sitio: Hábitat	0.8463
Talla: Sitio: Periodo	0.9998
Talla: Hábitat: Periodo	0.9998
Sitio: Hábitat: Periodo	0.9999
Talla: Sitio: Hábitat: Periodo	1