



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
DEL NOROESTE, S.C.

Programa de Estudios de Posgrado

**Uso de hábitat de la víbora de cascabel (*Crotalus ruber*)
en un matorral xerófilo de La Paz, Baja California Sur,
México**

T E S I S

Que para obtener el grado de

Maestro en Ciencias

Uso, Manejo y Preservación de los Recursos
Naturales
(Ecología de Zonas Áridas)

p r e s e n t a

Rosalva Murillo Quero

La Paz, B.C.S. mayo de 2009

ACTA DE LIBERACION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B. C. S., siendo las 13:00 horas del día 24 del Mes de abril del 2009, se procedió por los abajo firmantes, miembros de la Comisión Revisora de Tesis avalada por la Dirección de Estudios de Posgrado del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., a liberar la Tesis de Grado titulada:


Uso de hábitat de la víbora de cascabel *C.ruber* en un matorral xerófito de La Paz Baja California Sur.

Presentada por el alumno:

Rosalva Murillo Quero

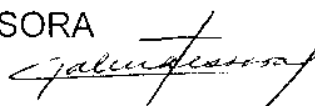
Aspirante al Grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACION DE LOS RECURSOS NATURALES CON ORIENTACION EN **Ecología de zonas áridas**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron su **APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

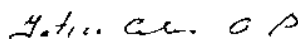


Gustavo Arnaud Franco
DIRECTOR DE TESIS

LA COMISION REVISORA



Patricia Galina Tessaro
CO-TUTOR



Ana Bertha Gatica Colima
CO-TUTOR



DRA. ELISA SERVIERE ZARAGOZA,
DIRECTORA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**COMITÉ TUTORIAL
Y
REVISOR DE LA TESIS**

Dr. Gustavo Arnaud Franco
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste
DIRECTOR DE TESIS

Dra. Patricia Galina Tessaro
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste
CO – TUTORA

M. en C. Ana Gatica Colima
Universidad Autónoma de Cd. Juárez
CO – TUTORA

MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Gustavo Arnaud Franco
Dra. Patricia Galina Tessaro
M. en C. Ana Gatica Colima

SUPLENTE

Dr. Sergio Álvarez Cárdenas
Centro de investigaciones Biológicas del Noreste

Resumen

La víbora de cascabel *Crotalus ruber* se distribuye en Baja California y parte de California. Es una especie sujeta a extracción ilegal y matanza indiscriminada, pero el problema más preocupante es la presión ejercida por los desarrollos turísticos que propician cambios de hábitat y su fragmentación. El objetivo de este trabajo es aportar conocimientos referentes a las preferencias y uso de hábitat de *C. ruber* con el fin de apoyar la conservación y el manejo de la especie. A través del uso de carrete de hilo se determinaron los patrones de actividad, desplazamiento, preferencias y uso de hábitat de una muestra de 30 víboras en la localidad de El Mogote, La Paz, Baja California Sur. *C. ruber* es activa durante todo el año. La mayor abundancia se registró en los meses de la temporada de lluvias de verano, existiendo una diferencia en actividad de la especie de acuerdo al sexo, mientras los machos se observan todo el año con un leve incremento en julio y agosto las hembras utilizan la temporada de lluvia de verano en mayor proporción que las otras temporadas. Las temperaturas corporales de *C. ruber* van desde un mínimo voluntario de 15°C a un máximo voluntario de 34°C con un rango de temperaturas preferenciales mientras esta activa de 24 a 26°C ($X = 24.9$) siendo la temperatura del suelo descubierto el mejor predictivo para la activación de víboras. Los mayores desplazamientos de *C. ruber* (32.4 m/día), ocurren durante la temporada de lluvias de invierno, se pudo observar que la especie tiene una alta fidelidad a los sitios de refugio. Las hembras son más sedentarias que los machos y existe una preferencia por el desplazamiento bajo cobertura habiendo una relación inversa entre el desplazamiento y la cobertura. Existe una correlación inversa entre la abundancia de roedores y la abundancia de víboras lo que sugiere que la actividad de *C. ruber* no depende de la abundancia de las presas. *C. ruber* tiene una alta preferencia por las madrigueras de *Neotoma lepida*, por otra parte los manchones de *Condalia sp.*, fueron importantes tanto para resguardarse como para los desplazamientos, otras especies de importancia para *C. ruber* son: *Citocarpa sp*, *Xilotamia sp* y *Krameria sp*.

Palabras claves: *Crotalus ruber*, patrón de actividad, uso de hábitat, preferencias de hábitat, biología térmica, desplazamiento.

ABSTRACT

The rattlesnake, *Crotalus ruber*, is distributed along the peninsula of Baja California, Mexico and part of California, USA; it is a species subject to illegal extraction and indiscriminate killing. However, the problem of most concern is the pressure on the species by tourist developments which cause change and fragmentation of its habitat. The objective of this work is to provide knowledge about the preferences and habitat use of *C. ruber* in order to support its conservation and management.

A spool of thread was used to determine activity, movement, preferences, and habitat use patterns of 30 snakes from El Mogote in La Paz, Baja California Sur.

C. ruber is active throughout the entire year; its biggest abundance was recorded during the months of summer rains. Sex determines a difference of activity in the species; while males are seen through the whole year with a slight increase during July and August, females take advantage of the summer rains in a bigger proportion than in other times of the year. Body temperatures of *C. ruber* range from 15°C (minimum voluntary temperature) to 34°C (maximum voluntary temperature) with a range of preferred temperatures while active of 24 to 26 C ($X= 24.9$), where uncovered ground is the best predicting parameter for snake activity. The largest movement of *C. ruber* (32.4m/d) happens during the winter rains. We observed that the species has a high fidelity to refuge sites. Females are more sedentary than males and they both prefer to move under vegetation cover, with an inverse relationship between movement and vegetation cover. There is also an inverse relationship between rodent and snake abundance, which suggests that the activity of *C. ruber* does not depend on prey abundance.

C. ruber has a high preference for the burrows of *Neotoma lepida*; however, the clusters of *Condalia* sp were important both for refuge as well as for movement; other important plant species for *C. ruber* are: *Citocarpa* sp, *Xilotamia* sp and *Krameria* sp

Key Words: Crotalus ruber, Activity patterns, habitat use, habitat preferences, thermal biology, movement.

A mis padres por su apoyo incondicional, por la libertad
y sabiduría que me brindaron, que hacen posible este
momento.

A mi abue Sol por su ejemplo de vida y entrega

A mi grillo la persona más importante en mi vida,
"Solo el amor engendra la maravilla"
Silvio Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

A mi hermano Salvaro Murillo por su gran ayuda e inspiración, por el tiempo dedicado y el inmenso cariño que te tengo.

A Gustavo Arnaud por la oportunidad que me brindo de trabajar con el, y su apoyo laboral.

A la maestra Ana Gatica por dejarme excelentes experiencias durante mi formación como bióloga.

A la Dr. Patricia Galina por su excelente disposición a colaborar con la tesis.

A Todos los que ayudaron con el trabajo de campo, Dr Sergio Álvarez, Jose Luis Burguete, Ivan Hernández y Reymundo Domínguez.

A mis amigos de La Paz con los que compartí días de farra noches de playa y ambiente estudiantil paceño, que alegraron mis días alimentaron mi alma y calmaron mis angustias, gracias a la gente que se volvió mi familia y se quedan en el corazón y en el recuerdo para toda la vida.

A El Pancho y su comitiva que me enseñaron el ser paceño, Emilio Inda, El buen e inigualable Burro (Ruben Esteban), la familia feliz, Bonji, Liz, Teresita, Masso y a mis lecciones de vida Jehu y Andrea.

A mis amigas de aquelarres, únicas y peligrosas, Isaura, Violeta, Yssel y Aleja. A Antalia y Victor gracias por su ejemplo y amistad sincera.

Gracias a mis amigos del alma que nunca me dejaron sola a pesar de la distancia, mi buen George, Marco, Lluvia, Bety bu, Carolina, Verito, Hugo, Pedro y Brenda.

A Cesar León por su apoyo, paciencia y temple, estaré eternamente agradecida por aceptar, comprender y amar de esa manera a pesar de la distancia y el tiempo.

CONTENIDO

ACTA DE LIBERACION DE TESIS.....	i
COMITÉ TUTORIAL.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABLAS.....	x
1. Introducción.....	1
2. Antecedentes.....	5
2.1 Descripción de historia natural.....	5
2.2 Distribución.....	6
2.3 Historia natural.....	7
2.4 Uso de hábitat.....	8
3. Objetivos.....	12
3.1 Objetivo general.....	12
3.2 Objetivos particulares.....	12
4. Hipótesis.....	13
5. Métodos.....	14
5.1 Área de estudio.....	14
5.1.1 Ubicación.....	14
5.1.2 Sitios de muestreo.....	14
5.2 Tipo de suelo.....	16
5.3 Clima.....	16
5.4 Vegetación.....	17
5.5 Fauna.....	18
5.6 Calendario de muestreo.....	19
5.7 Obtención de datos.....	19
5.7.1 Abundancia relativa.....	20
5.7.2 Datos obtenidos de los individuos capturados.....	21
5.7.3 Implante de carrete de hilo.....	23
5.8 Disponibilidad de roedores.....	24
5.9 Biología térmica.....	24
5.10 Análisis de la estructura vegetal.....	25
5.11 Muestreo de refugio disponible.....	26
5.12 Análisis estadístico.....	28
6. Resultados.....	30
6.1 Análisis de vegetación.....	30
6.2 Serpientes.....	33
6.2.1 Dimorfismo sexual.....	34
6.2.2 Proporción de sexos.....	34

6.2.3 Talla y peso.....	36
6.2.4 Diferencia de talla y peso entre sitios.....	37
6.3 Abundancia relativa.....	38
6.3.1 Abundancia relativa en ambos sitios.....	41
6.3.2 Abundancia relativa y aspectos climatológicos.....	42
6.3.3 Abundancia relativa por muestreo y temperaturas asociadas a la actividad de <i>C. ruber</i>	43
6.4 Biología térmica.....	44
6.4.1 <i>C. ruber</i> termoreguladora o termoconformista.....	44
6.4.2 Actividad y temperaturas relacionadas.....	48
6.4.3 Inactividad y temperaturas relacionadas.....	52
6.4.4 Temperatura y sexo.....	58
6.5 Desplazamiento.....	59
6.5.1 Desplazamiento entre temporadas.....	60
6.5.2 Diferencia de desplazamiento de rastro entre sitios.....	63
6.5.3 Diferencia de desplazamiento entre sexos.....	64
6.6 Serpientes con evidencia de alimentación y abundancia de presa.....	64
6.6.1 Abundancia de presa por sitio.....	65
6.6.2 Correlación de porcentaje de captura de roedores contra abundancia relativa de <i>C. ruber</i>	67
6.7 Preferencias de hábitat.....	69
6.7.1 Desplazamiento.....	69
6.7.2 Refugio de <i>C. ruber</i>	70
7. Discusión.....	74
8. Conclusión.....	91
9. literatura citada.....	93
Anexo I.....	105
Anexo II.....	106

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de distribución de <i>C. ruber</i>	7
Figura 2.	Localización de los sitios de estudio y la vegetación de El Mogote.....	15
Figura 3.	Desplazamiento de rastro y distancia total.....	24
Figura 4.	Tipos de refugio evaluados.....	27
Figura 5.	Diferencias de cobertura entre los dos sitios.....	32
Figura 6.	Dimorfismo sexual en <i>C. ruber</i> según las proporciones de LCC y LHC.....	35
Figura 7.	Abundancia relativa por muestreo y temporadas.....	40
Figura 8.	Comparación de abundancia relativa entre sitios.....	41
Figura 9.	Abundancia relativa y aspectos climatológicos.....	43
Figura 10.	Actividad de <i>C. ruber</i>	45
Figura 11.	Comportamiento de las temperaturas asociadas a la ecología térmica durante un día.....	46
Figura 12.	Histograma de víboras activas en relación a la temperatura ambiente.....	47
Figura 13.	Temperaturas relacionadas con las serpientes.....	48
Figura 14.	Histograma de frecuencias de temperatura corporal de víboras activas.....	49
Figura 15.	Temperaturas relacionadas con la víbora mientras esta activa.....	50
Figura 16.	Histograma de frecuencias de temperatura corporal de víboras inactivas.....	53
Figura 17.	Temperaturas relacionadas a la víbora cuando está inactiva.....	54
Figura 18.	Promedio del desplazamiento de las víboras por temporada.....	60
Figura 19.	Desplazamiento de las víboras por sitio.....	63
Figura 20.	Comparación de los porcentajes de captura de roedor.....	66
Figura 21.	Relación de <i>C. ruber</i> y su presa.....	68
Figura 22.	Relación de <i>C. ruber</i> y su presa por sitio.....	69
Figura 23.	Comparación de porcentaje de cobertura utilizada por <i>C. ruber</i> en el desplazamiento.....	70
Figura 24.	Preferencia de sitios para refugiarse.....	72
Figura 25.	Preferencias de vegetación de <i>C. ruber</i>	73

LISTA DE TABLAS

Tabla I.	Cronograma de muestreos.....	19
Tabla II.	Índices de valor de importancia de vegetación.....	30
Tabla III.	Índices de diversidad: comparación entre sitios.....	31
Tabla IV.	Número de víboras encontradas por temporada.....	34
Tabla V.	Proporción de sexos por temporada y sitio.....	35
Tabla VI.	Promedio de tallas de víboras muestreadas.....	36
Tabla VII.	Pesos promedio de víboras muestreadas.....	36
Tabla VIII.	Promedios de tallas y pesos entre sitios.....	38
Tabla IX.	Fechas de muestreo, serpientes observadas y abundancia relativa durante todo el ciclo de muestreo.....	39
Tabla X.	Prueba de rangos múltiple de abundancia relativa entre temporadas.....	40
Tabla XI.	Correlaciones entre la abundancia relativa por muestreo y los promedios por muestreo de temperaturas asociadas a actividad de <i>C. ruber</i>	44
Tabla XII.	Horario de encuentro de víboras por temporada.....	45
Tabla XIII.	Temperaturas relacionadas con la actividad de <i>C. ruber</i> ...	51
Tabla XIV.	Correlaciones de las temperaturas cuando las víboras se encuentran activas.....	52
Tabla XV.	Promedio y rangos de temperatura asociadas con la inactividad de las víboras.....	55
Tabla XVI.	Correlaciones de las temperaturas cuando las víboras se encuentran inactivas.....	56
Tabla XVII.	Promedio y rangos de temperatura relacionadas a las víboras estiradas sin movimiento tomando el sol.....	57
Tabla XVIII.	Comparación de temperaturas corporales y rangos de temperaturas corporales de machos y hembras de <i>C. ruber</i>	58
Tabla XIX.	Comparación de desplazamiento entre temporadas.....	61
Tabla XX.	Prueba de rangos múltiples método al 95.0 por ciento LSD.....	62
Tabla XXI.	Comparación de los días en que hubo un mínimo de desplazamiento fuera del refugio por temporadas.....	62
Tabla XXII.	Comparación de desplazamiento entre sitios.....	63
Tabla XXIII.	Comparación de desplazamiento entre machos y hembras.....	64
Tabla XXIV.	Análisis de regresión entre la captura de ratón y abundancia relativa de víbora.....	68

1. Introducción

Del número total de anfibios y reptiles en el mundo un porcentaje considerable lo componen especies pertenecientes al suborden serpientes que contiene alrededor de 2,900, distribuidas en 18 familias (Mattison, 2001), por esto se dice que México es el segundo país más diverso en cuanto a reptiles y anfibios con más de 1100 especies (Russell, 1997), teniendo un alto grado de endemismo ya que aproximadamente el 50 % de los reptiles son endémicos (Ceballos y Eccardi, 2004).

La familia Viperidae se caracteriza por ser el grupo más evolucionado de todas las serpientes, donde los individuos presentan colmillos largos, envainados móviles y mordida altamente desarrollada para una inyección de veneno, esta familia comprende 228 especies, agrupadas en dos subfamilias, a) Crotalinae, mejor conocidas como víboras de cascabel debido a la estructura queratinosa en forma de cascabel que tiene al final de la cola, y a la presencia de fosas sensibles al calor entre la abertura nasal y el ojo, b) Viperinae que son las víboras del viejo mundo, con menor diversidad y de distribución más restringida que los miembros de la subfamilia Crotaline (Greene, 1997).

Las serpientes de cascabel habitan solamente en el Continente Americano distribuyéndose desde Canadá hasta Argentina (Stebbins, 2003), más del 90% se distribuyen en México por lo que es considerado centro de especiación de este género (Klauber, 1972; Place y Abramson, 2004).

En el estado de Baja California Sur se distribuyen cuatro especies de víboras de cascabel, *Crotalus ruber*, *C. enyo*, *C. mitchelli* y *C. viridis* (Grismer, 2002); de acuerdo a los registros que se tienen en colecciones científicas y lo que refleja los muestreos en la península, *C. ruber* es la especie más abundante (Com. pers. Arnaud, 2008).

La distribución de una especie es el resultado de diversos factores, tanto evolutivos como de carácter ecológico, entre los que figuran las interacciones a las que esta sujeta (depredación y competencia), los requerimientos de hábitat, que en serpientes sugieren una predilección por ambientes con determinados micro climas y estructura de vegetación (Reinert, 2001) y la disponibilidad de recursos, los cuales favorecen o no el establecimiento temporal o permanente de una especie a escala local (Morris, 1995; Mackey y Lindermayer, 2001; Case, 2002; Bestelmeyer *et al.*, 2003; Segurado y Araujo, 2004).

Las víboras de cascabel presentan características biológicas que ponen en riesgo su sobrevivencia ante las presiones humanas, tales como,

crecimiento lento, maduración tardía y periodos prolongados entre periodos de camada, pero la principal amenaza para esta especie es su interacción con el hombre, ya sea directa o indirecta siendo uno de los problemas mas graves la destrucción del hábitat y la fragmentación del mismo, así como la expansión de los asentamientos humanos (Klauber, 1972; Challenger, 1998), asimismo igual que otras especies del género, se han visto amenazadas por las propiedades medicinales que se atribuyen a su piel y carne lo que propicia que sean cazadas. El hecho de ser especies venenosas implica que a menudo sean agredidas o capturadas por las personas de las regiones donde habitan (Minton y Minton, 1991; Greene y Campbell, 1992; Hernández-Ibarra *et al.*, 2001; Ramírez-Bautista y Arismendi, 2004)

Crotalus ruber se encuentra sujeta a extracción ilegal y los pobladores las matan por ser consideradas "peligrosas" (Com. pers Arnaud 2008), su distribución se restringe a la península y parte de California, por estas razones se encuentra como especie protegida en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

El sitio donde se desarrollo el presente estudio presenta una alta abundancia de *C. ruber*, por lo que se infiere que las condiciones son las adecuadas para las serpientes, el análisis en este sitio, ayudara a entender el uso de hábitat de la especie en otras regiones de la península.

La mayoría de las estrategias de conservación están ligadas al manejo del hábitat de estos animales con el fin de evitar la interacción víbora–humano (Garshelis, 2000), por lo tanto es de suma importancia entender la relación de las víboras con el ambiente e identificar sus requerimientos básicos. En este sentido los estudios de uso de hábitat, definido éste como la utilización por parte de un animal o población de los componentes físicos y biológicos del hábitat para su subsistencia en un periodo de tiempo determinado (Garshelis, 2000; Bryan *et al.*, 2002), son de suma importancia porque ayudan a identificar las necesidades, infiriendo la selección y las preferencias por los recursos disponibles, ayudando a establecer alternativas para su conservación y disminuyendo las interacciones negativas entre el hombre y éstas (Weatherhead y Prior, 1992; Burrow *et al.*, 2001; Himes *et al.*, 2006; Kennth y Barichivich, 2007).

2. Antecedentes

2.1 Descripción e historia natural

Reino: ANIMALIA

Phylum: CHORDATA

Clase: REPTILIA

Orden: SQUAMATA

Familia: VIPERIDAE

Subfamilia: Crotalinae

Género: *Crotalus*

Especie: *ruber*

Nombre científico: *Crotalus ruber* Cope, 1892

La víbora de cascabel Crotalus ruber es de tamaño medio, alcanzando tallas hasta 1620mm de longitud (Campbell y Lamar, 1989). La región dorsal del cuerpo presenta una coloración que varía entre café rojizo claro, rosa grisáceo claro, rojo ladrillo claro, o bronce con rombos o diamantes de color café rojizo oscuro. La cabeza presenta una coloración menos marcada en comparación con el resto del cuerpo (Campbell y Lamar, 1989).

Presenta de 2 a 7 anillos o bandas negras en la parte caudal con 2 a 3 escamas de amplitud, conspicuamente más amplia en la región dorsal que los inter-espacios claros que los dividen (Campbell y Lamar, 1989). Puede ser distinguida de otros crotálidos, por su primer par de escamas infralabiales, las cuales usualmente están divididas transversalmente (Beaman y Dugan, 2006).

Se reproduce en el verano y las crías, que van de 5 a 20, nacen al término de este periodo estacional (Grismer, 2002).

Se alimenta de conejos, ardillas, ratas canguro y ratas de los magueyes o ratas de campo (*Neotoma* sp.) los juveniles tienden a alimentarse de ratones y lagartijas (Klauber, 1972).

2.2 Distribución

Su distribución incluye una porción del suroeste de los Estados Unidos y toda la península de Baja California, así como algunas de las islas del Golfo de California y del Pacífico (Fig. 1).

Crotalus ruber habita en climas secos de los tipos BW (seco desértico) y BS (seco estepario); en climas templados y húmedos de tipo Cs (con la temporada de lluvias en la época fría del año), Cw (con la temporada de lluvias en la época calurosa del año); en climas calientes y húmedos del tipo Aw (con larga temporada de secas) y Am (con corta temporada de secas) (Klauber, 1972; Campbell y Lamar, 1989) encontrándose desde el nivel del mar hasta los 1500 m de altitud (Klauber, 1972; Campbell y Lamar, 1989).

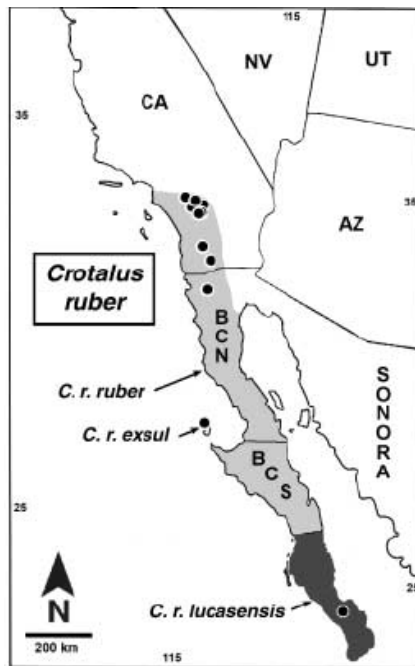


Figura 1. Mapa de distribución de *C. ruber* (Campbell y Lamar, 1989).

2.3 Historia natural

Se han realizado varios trabajos descriptivos de observaciones de campo en relación a algunos aspectos de su historia natural (Grismer, 2002; Campbell y Lamar, 1989; Klauber, 1972) pero con respecto a su ecología los trabajos son pocos (Greenburg, 2002; Tracey *et al.*, 2005; Brown *et al.*, 2008; Dugan *et al.*, 2008).

En relación a su reproducción, las tallas mas pequeñas que se han reportado de individuos en los que se encontraron gametos maduros,

corresponden a 635 mm de longitud hocico-cloaca en machos y de 662 mm en hembras, siendo el periodo de ovulación de marzo a junio, y abril el mes con mas hembras con óvulos maduros, habiendo evidencia que tienen un ciclo bianual (Goldberg, 1999).

Se han publicado dos trabajos en relación al desplazamiento de *C. ruber*, el primero se enfoca a la descripción del desplazamiento basado en trabajo de campo con datos obtenidos mediante telemetría y SIG (Tracey, 2000), el cual sugiere que los adultos de *C. ruber* tienen una alta preferencia por permanecer en un sitio específico; en el segundo, se hace referencia que prefiere alejarse de las zonas urbanizadas

2.4 Uso de hábitat

El uso de hábitat de las serpientes esta influenciado por múltiples factores ambientales, biológicos, ecológicos demográficos y etológicos, así como por las temporadas del año, sexo condición reproductiva, alimento, ecdisis, relaciones sociales, microclimas y elementos del hábitat (Reinert, 2001; Peterson et al., 2001)

La condición reproductiva tiene un efecto significativo en la selección de recursos, tal como se mostró con las hembras grávidas de *C. horridus*, las

cuales permanecen en grandes rocas, cerca del hibernáculo, mientras que machos y hembras no grávidas, se dispersan (Keenlyne, 1972).

Con respecto a la alimentación, es posible asociar el uso de hábitat y forrajeo, con la presencia o ausencia de presas (Andren, 1982); por otra parte en condiciones de laboratorio las serpientes que están en proceso de digestión prefieren altas temperaturas, lo que se presume juega un papel importante en la selección de hábitat en condiciones naturales (Slip y Shine, 1988; Gibson *et al.*, 1989; Peterson *et al.*, 2002).

Se ha sugerido que la ecdisis estimula a las serpientes a escoger sitios diferentes a los que comúnmente elijen para forrajear exhibiendo una respuesta termofílica (Gibson *et al.*, 1989; Peterson *et al.*, 2002). Esto se ha observado en condiciones de laboratorio con la serpiente *Thamnophis sirtalis* la cual prefiere sitios cálidos los cuales procura cinco días antes del proceso de ecdisis, requiriendo además de resguardo debido a que en esta etapa son vulnerables a depredadores ya que la visión se ve mermada en el momento de la muda (Lillywhite y Maderson, 1982), se afirma que las temperaturas altas ayudan en el proceso de regeneración de epidermis (Gibson *et al.*, 1989).

La variación en el uso de hábitat de acuerdo a los periodos estacionales del año, se encuentra documentado en serpientes (Moore,

1987; Prival *et al.*, 2002; Goode, 2008; Cardwell, 2008). Se sabe que hay especies que en las temporadas de hibernación y de actividad usan diferentes hábitat dado que estos presentan recursos diferentes. Por ejemplo, *Crotalus cerastes* ocupa sustratos arenosos durante la temporada activa, pero durante el invierno habita en sitios con sustrato más sólidos de roca y grava, esto es debido a que las madrigueras que existen en esas áreas dan mas protección e incluso se sugiere que mantienen temperaturas mas elevadas que las madrigueras en arena (Secor, 1992). En el caso de *Sistrurus catenatus*, cambia de un hábitat de tierras húmedas en invierno a campos de más elevación al parecer en respuesta a la disponibilidad de presas, debido a que en esta existe una mayor abundancia de mamíferos pequeños (Reinert y Kodrich, 1982; Seigel, 1986).

Por otra parte el uso de hábitat se encuentra relacionado con la termorregulación. Las víboras de cascabel regulan la temperatura del cuerpo ajustando patrones de la actividad para utilizar la heterogeneidad del ambiente térmico a su favor, en la actualidad se considera que la termorregulación es un factor que puede explicar algunas características de historias de vida como son la madurez sexual, tamaño de camada, tasas de crecimiento de las crías, supervivencia, eficiencia digestiva, rapidez en locomoción, eficiencia en forrajeo entre otras (Sinervo, 1990; Adolph y Porter, 1993; Angilletta *et al.*, 2002; Reinert 2001). Debido a ésto se dice que la

termorregulación para el mantenimiento fisiológico óptimo y supervivencia de las serpientes esta altamente ligado con la selectividad de hábitat incluso se menciona que es el factor más importante (Reinert, 2001)

La forma en que se da la selección del hábitat puede marcar la diferencia en los patrones de actividad y permitir la coexistencia de los organismos, haciendo distinción entre los hábitats de las diferentes especies (Chandler y Tolson, 1990; Reinert, 2001). Ejemplo de lo anterior es el caso de *C. horridus* que puede ser distinguida de *Agkistrodon contortrix mokasen* debido a la cobertura vegetal y el suelo que prefiere cada uno (Reinert, 1984_a)

3. OBJETIVO

3.1 Objetivo general

Analizar los factores que influyen en el uso de hábitat de *Crotalus ruber* en un hábitat de matorral xerófilo.

3.2 Objetivos particulares

- Estimar la abundancia relativa, patrón de actividad y desplazamiento de *C. ruber* a través de las diferentes temporadas del año.
- Identificar las preferencias de recursos por *C. ruber*.
- Estimar la disponibilidad de las especies presa en las áreas de estudio y la relación con *C. ruber*.
- Describir el uso del hábitat de *C. ruber* en función de las variables físicas y biológicas del entorno a través de las diferentes temporadas del año, asociada con algunas características demográficas.

4. HIPÓPTESIS

El uso de hábitat y la selección de recursos es un reflejo de las necesidades de *C. ruber*, estas varían de acuerdo a la biología de la especie en las diferentes temporadas del año, debido a esto, los recursos utilizados están estrechamente ligados con el alimento, la termorregulación y el refugio.

5. MÉTODOS

5.1 Área de estudio

5.1.1 Ubicación

Los muestreos se realizaron en la localidad conocida como El Mogote, al noroeste de la ciudad de La Paz, Baja California Sur, el cual es una barra arenosa que se encuentra dividiendo la Bahía y la Ensenada de La Paz, funcionando como rompe olas natural; su topografía es ligeramente ondulada con zonas de dunas móviles y planicies, se estima que se formó hace cinco mil o seis mil años (Romero, 2004).

5.1.2 Los sitios de muestreo

Los sitios de muestreo se seleccionaron como resultado de muestreos prospectivos que indicaron la presencia de la especie, se establecieron dos cuadrantes de muestreo ubicados en la parte central de El Mogote (Fig. 2) con una separación aproximada entre ellos de 764.m.

Los sitios de muestreo se denominaron sitio 1 y 2. El sitio 1 comprende un cuadrante definido por las coordenadas geográficas 26°73'39'6"N - 56°06'24"O, 26°73'027"N - 56°16'74"O con un área de muestreo de 24.75 hectáreas. Y el sitio 2 delimitado por las coordenadas

geográficas, $26^{\circ}72'785''N$ - $56^{\circ}27'81''O$, - $26^{\circ}72'167''N$ $56^{\circ}34'38''O$ con un área de muestreo de 24.62 hectáreas.

La diferencia entre estos dos sitios es la cobertura de vegetación y las asociaciones de vegetación que se encuentran en cada sitio. El sitio uno se encuentra en dunas posteriores del oeste, dunas posteriores y matorral sarcocaulé mientras que el sitio 2 se encuentra solo en matorral sarcocaulé (Romero, 2004) (Fig. 2).

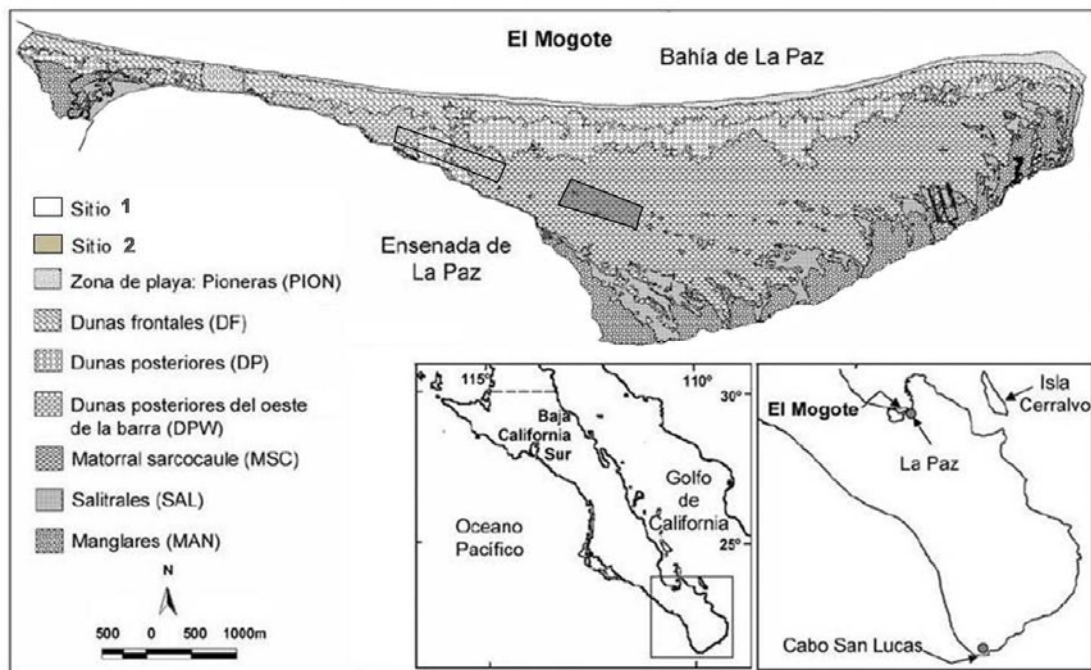


Figura 2. Localización de los sitios de estudio y la vegetación de la barra arenosa El Mogote, Baja California Sur (Imagen de Romero, 2004 modificado)

5.2 Tipo de suelo

El tipo de suelo en el Mogote es un regosol eutrico (Rs-Yh/2) el cual se caracteriza por no tener horizontes diferenciados constituidos por sedimentos, no consolidados semejantes a la roca que les dio origen y yermosol haplico, que tienen colores claros, de textura arenosa y pobres en materia orgánica (García, 1981).

5.3 Clima

El clima de la zona se clasifica como BW(h) hw(e), que se refiere a climas muy áridos, seco cálido con precipitación invernal inferior al 10%, con inviernos frescos y una precipitación anual promedio de 185 mm, donde la temperatura promedio es de 28° C (García, 1981).

Los datos climáticos de la estación meteorológica de la bahía de La Paz indican que la humedad relativa de esta zona es de 50% durante el día, con una precipitación anual de 180 mm y una evaporación anual de 2387mm en promedio; la máxima precipitación se presenta durante los meses de septiembre con 60mm y agosto con 43 mm. Las lluvias invernales hacen que el mes de diciembre sea el tercer mes con mayor precipitación con un promedio pluvial de de 20 mm (Jiménez- Illescas *et al*, 1997). En invierno-primavera en ocasiones hay presencia de neblina que aporta humedad al condensarse en la vegetación.

En Baja California Sur, se distinguen tres épocas del año en función de los periodos de lluvia, la primera que va de marzo a junio que es la temporada seca, la segunda que va de julio a octubre es temporada de lluvias de verano, y la tercera de noviembre a febrero que es la de lluvias de invierno, Salinas *et al*, 1990) con variaciones bianuales y presencia de fenómeno del niño en ciclos de 7.7 años (Jiménez- Illescas *et al.*, 1997).

5.4 Vegetación

De acuerdo con Wiggins (1980), la ubicación geográfica del Mogote en el límite norte de la región del Cabo la hace poseer elementos de vegetación tanto del ambiente tropical-seco como del desierto Sonorense. Por su parte León de la Luz *et al.* (1999) clasifica esta vegetación como matorral sarcocaulé, el cual se compone de árboles y arbustos de tallo grueso, semi-suculentos, de crecimiento tortuoso, rico en componentes de la familia Cactaceae.

En El Mogote se encuentran 66 taxas distribuidas en 29 familias. Las plantas mas representativas de la vegetación del Mogote son el ciruelo, *Cyrtocarpa edulis*, cuyos individuos alcanzan hasta 110 m² de cobertura, sin tener alturas superiores a los 3.5 m y el lomboy, *Jatropha cinerea*, (Romero, 2004).

5.5 Fauna

En El Mogote se distribuyen 29 especies de reptiles, 11 especies de saurios y 18 de serpientes; (Stebbins, 2003; Alvarez *et al.*, 1989; Grismer, 2002), de las cuales 15 especies se encuentran incluidas en algún estatus en la Norma Oficial Mexicana, 10 especies se encuentran en protección especial y 5 amenazadas, 10 de ellas son endémicas (NOM-059-SEMARNAT-2001; (Grismer, 1994) *Crotalus ruber* y *Crotalus mitchelli* ambas presentes en el área de estudio, están clasificadas en la categoría de protección especial, según la NOM-059- SEMARNAT-2001 (CIBNOR 2006). En cuanto a mamíferos se han registrado 5 especies de carnívoros: coyote (*Canis latrans*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), gato montés (*Lynx rufus*), mapache (*Procyon lotor*) y el tejón (*Taxidea taxus*) de los cuales este último se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2001 en la categoría de Amenazado. De las especies de roedores destacan los ratones de bolsas *Chaetodipus arenarius*, *Chaetodipus baileyi*, *Peromyscus eya* y la rata de campo *Neotoma lepida*. (CIBNOR 2006)

5.6 Calendario de muestreo

Se realizaron 9 muestreos, de febrero del 2007 a mayo del 2008, de acuerdo a los periodos de lluvia se delimitaron 3 temporadas, en cada temporada se realizaron de 2 a 4 muestreos dependiendo del número de individuos encontrados por temporada (Tabla I).

Tabla I. Cronograma de muestreos las casillas sombreadas representa la semana en la que se realizo el muestreo

2007																																			
F				M				A				M				J				J				A				S							
2008																																			
O				N				D				E				F				M				A				M							

5.7 Obtención de datos

En cada sitio de muestreo se llevó a cabo una noche de búsqueda de serpientes, la colecta de datos se dividió en cuatro partes: 1) Búsqueda de individuos, 2) toma de datos ecológicos, morfométricos, biológicos y climáticos, 3) monitoreo y descripción del desplazamiento, 4) caracterización del hábitat.

La búsqueda de individuos se realizó una hora antes del ocaso. El equipo de trabajo fue conformado por 4 personas dispuestas a lo ancho del área a muestrear, con una distancia de 10 metros entre cada uno, se realizaron las búsquedas con ayuda de lámparas donde las consideraciones que se tomaron en cuenta para la búsqueda fueron: que existiera la mínima variación entre los participantes, tanto en número como identidad, es decir, procurar que siempre fueran las mismas personas, un mismo esfuerzo de búsqueda con observación minuciosa durante 4 horas de búsqueda efectiva, que se contabilizaron con un cronómetro descontando los tiempos invertidos en descanso y tiempos de manejo de los ejemplares encontrados.

5.7.1 Abundancia relativa

La abundancia relativa de las serpientes se estimó a partir del índice del número de individuos observados por el tiempo de búsqueda (Campbell y Christman, 1982).

Con esta información se relacionó el número de individuos encontrados por horas búsqueda, muestreo por temporada estacional.

5.7.2 Datos obtenidos de los individuos capturados

Una vez que se encontró una serpiente se siguió un formato para la toma de datos (anexo 1), los individuos se manejaron con pinzas y tubos herpetológicos asignándoles una clave que consto de un número consecutivo, el mes y año de colecta (ejemplo 1M07, que significa serpiente número 1 colectada en Marzo del 2007), a cada animal se insertó un microchip intradérmico marca Trovan, a manera de marca permanente el cual emite una señal alfanumérica única, que es identificada a través de un lector digital, que toma la lectura cuando es acercado al cuerpo de la serpiente.

Los datos morfométricos recabados incluyeron longitud hocico-cloaca y cloaca-cola, posteriormente se registró el peso corporal con balanzas (marca Pesola, de $1\text{kg} \pm 10\text{ gr}$, $300\text{ gr} \pm 2\text{ gr}$ y $100\text{ gr} \pm 1\text{gr}$), y se clasificó la forma del cascabel en triangular para juveniles o cuadrada para adultos con el fin de identificar el cohorte al que pertenece el animal.

El sexo de los ejemplares se determinó mediante dos técnicas: la primera en donde se utilizó un sexador (varilla metálica de punta redondeada) que se inserta en la cloaca siendo macho si la varilla penetra y hembra si queda ligeramente introducida (Schaefer, 1934). La segunda técnica fue manual, consiste en apretar la base de la cloaca con el dedo

pulgar en sentido cola cabeza, impulsando los hemipenes al exterior en caso de machos.

El estado reproductivo se infirió por simple observación y tacto, revisando el tercer tercio del cuerpo, identificando si presentaba dicha porción abultada y si existían movimientos internos, así como lograr diferenciar si era alimento o crías (Fitch, 1993).

Al momento de encontrar una serpiente se registró su postura, la cual se clasificó como serpiente en movimiento, en postura de caza o reposo (Oliveira y Martins, 2001) igualmente si se mostraba agresiva en el manejo en caso de que lanzara mordidas al tubo herpetológico.

Con fines de tener información de uso de hábitat, cada animal encontrado fue georeferenciado con un geoposicionador satelital (GARMIN GPS 12 Chanel), además al momento de localizar cada individuo, se registro el tipo de suelo, descripción del refugio utilizado, datos de la planta más cercana, la temperatura de la víbora y del sustrato donde se encontraba la víbora, así como también las temperaturas bajo alguna cobertura, suelo sin cobertura vegetal, la temperatura ambiente y humedad relativa del ambiente (anexo 1).

5.7.3 Implante de carrete de hilo (monitoreo y descripción del desplazamiento)

Al terminar con la colecta de datos de cada individuo capturado, se colocó un carrete de hilo en el último tercio del cuerpo, sobre el dorso, pegándolo con cinta adhesiva. El extremo del hilo fue amarrado a una estaca donde es liberada la serpiente (que corresponde al lugar donde fue encontrada la serpiente) con el fin de que dejara un rastro de hilo al desplazarse (Arnaud y Martins, 2006).

El carrete de hilo mide 3 cm de largo y contiene aproximadamente 300 metros de línea; lo cual permite obtener información detallada del desplazamiento. Al día siguiente se localizó al individuo siguiendo el rastro de hilo y describiendo el recorrido realizado, la vegetación bajo la cual se desplazó, el sitio en donde se refugió y la actividad presentada por la víbora.

Con un flexómetro se midió la distancia recorrida entre la vegetación y la distancia recorrida de espacios abiertos (sin cobertura vegetal), identificando las especies vegetales bajo o sobre las cuales se llevó a cabo el desplazamiento (d_r), también se midió la distancia lineal (d_t) que recorrió la serpiente la cual contempla el sitio donde fue liberada hasta el sitio donde se encontró al siguiente día (Fig.3).

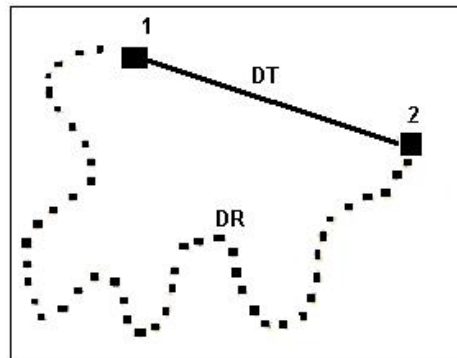


Figura 3. Desplazamientos de rastro (DR) es todo el recorrido que realizó la víbora durante una noche y distancia total (DT), desde un punto inicial (1) a uno final (2) (Arnaud et al 2008).

5.8 Disponibilidad de roedores

Para determinar la disponibilidad de roedores y su relación con la abundancia relativa de víboras, en cada sitio se utilizaron transectos lineales, colocando 50 trampas Sherman a lo largo del área de muestreo, separadas 10 metros entre si. Con esto, se evaluó el éxito de captura en base a la relación de trampas / animales liberando los ratones en el mismo sitio de captura. Cabe destacar que los censos de ratones se realizaron en cada muestreo.

5.9 Biología térmica

Con el fin de entender la biología térmica de la especie, se llevó un registro cada hora durante cada muestreo de temperaturas ambientales y humedad relativa utilizando un termómetro láser (MT4 MiniTemp Hand-held Infrared Thermometer), asimismo se tomaron una serie de temperaturas una

vez que era encontrada una serpiente tales como, temperatura de la víbora, temperatura del sustrato a un lado de la víbora, temperatura del suelo bajo cobertura vegetal, temperatura del suelo sin cobertura vegetal, además de los refugios y madrigueras utilizadas por *C. ruber*. Se tomaron 5 registros de temperatura en cada caso, y la temperatura se promedió de esos registros, para cada situación.

Dado que las víboras de cascabel son ectotérmicas, buscan la forma de obtener energía del sustrato para termoregular su temperatura corporal.

Para identificar si las serpientes son termoreguladoras (cuando el valor de la pendiente de la regresión lineal de la temperatura corporal sobre la temperatura ambiental (T_a o T_s), es igual a cero o cercano a éste) o termoconformista (cuando el valor de la pendiente presenta un valor de uno o cercano a él) se aplicó el criterio de Huey (1982).

5.10 Análisis de la estructura vegetal

La caracterización de la estructura vegetal se llevó a cabo mediante transectos de 50 metros de longitud por 10 metros de ancho (500m^2) en los cuales a cada una de las plantas perenes se midió altura y dos diámetros, con lo que se estimó la cobertura por especie, los promedios de las alturas y las coberturas por especie fueron calculados en base a los registros de

todos los individuos. Se realizaron índices de evaluación de vegetación de diversidad Shannon-Wiener y Simpson, índices de similitud Sorensen y Morisita-Horn y de valor de importancia para cada sitio, con el fin de realizar comparaciones entre ambos (BOLFOR, 2000).

Se utilizó una línea de Canfield (1941) para determinar el porcentaje de la cobertura vegetal y de los espacios sin cobertura vegetal esto, se apoyo con fotografía satelital, modificadas donde la vegetación y suelo descubierto fueron contrastados con diferente color para determinar la cobertura de ambos sitios de muestreo.

5.11 Muestreo de refugio disponible

El objetivo de este análisis fue para evaluar la importancia de la presencia de los refugios para la presencia o ausencia de *C. ruber*. Para esto se determinaron 2 cuadrantes de 1 hectárea en cada sitio, la diferencia entre estos cuadrantes es la abundancia de víboras, así los dos cuadrantes número uno son áreas en donde no se encontraron víboras durante todo el año de muestreo y los cuadrantes numero 2 hubo abundancia alta.

Para evaluar la cantidad de refugios en cada cuadrante se tomaron en cuenta 3 categorías de refugio que fueron: montículos de material vegetal, que generalmente son madrigueras de *Neotoma lepida* ya sean activas o no

(Fig. 4-a); hoyos en el suelo en donde las características que debía tener, fue ser lo suficientemente amplio para permitir que una víbora se introdujera (diámetro de más de 5 cm) y que estuviera cerca o bajo cobertura vegetal (Fig. 4-b), así como bases de tronco, proyectados hacia al ras del suelo, (característica común de los ciruelos del Mogote), dejando oquedades que las víboras utilizan frecuentemente para resguardarse (Fig.4-c).



a)



b)



c)

Figura 4. Tipos de refugio evaluados, a) montículos de vegetación, b) hoyos en el suelo, c) ejemplo de las oquedades que se forman entre los troncos.

El área fue revisada por un grupo de seis personas con experiencia en observación de serpientes, que se dispusieron a lo largo del cuadrante, cada persona camino en zig-zag peinando su área contando los tres tipos de refugio potencial, esto se hizo en cada uno de los cuadrantes.

El análisis estadístico consistió en buscar diferencias en la cantidad de refugios potenciales, entre cuadrante 1 y 2 del sitio 1 contra el cuadrante 1 y 2 del sitio 2 y también la diferencia entre los dos cuadrantes 1 contra los dos cuadrantes 2, para esto se utilizó el programa Statgraphics y las pruebas estadísticas de normalidad, t Student (t), Wilcoxon (W), Kurskal-Walis (K-W) y Fisher (f).

5.12. Análisis estadístico

Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el programa Statgraphics, el primer paso siempre fue comprobar la normalidad de los datos, en el caso de que fuesen normales se utilizó pruebas paramétricas como t de Student (t) o ANOVAS según el caso, si los datos no contaban con la característica de ser normales, se procedió a utilizar pruebas no paramétricas como Wilcoxon (W), Kurskal-Walis (K-W) o Fisher (f).

Para analizar los datos de los individuos capturados entre sitios y sexo se eliminaron los juveniles con el fin de evitar variaciones que sesgaran los resultados en las diferentes pruebas estadísticas. El criterio que se utilizó fue: juveniles tallas menores a 635 mm (hocico cloaca) en machos y 662 mm en hembras (Goldberg, 1999).

6 Resultados

6.1 Análisis de vegetación

En el área de estudio se registraron un total de 17 especies. 13 especies se presentaron en el sitio 1 y 14 en el sitio 2; diez de las cuales se presentaron en ambos sitios. El lomboy fue la especie que presentó el mayor índice de valor de importancia para ambos sitios, mientras que las especies que le siguieron, tanto en el sitio 1 como en el 2 fueron diferentes. En el sitio 1 la golondrina y la candelilla (con 57.4 y 32.30 respectivamente) siguieron en orden de importancia, mientras que en el sitio 2 fueron sorotamius y palo adan (45.05 y 32.47 respectivamente) (Tabla II).

Tabla II. Índices de importancia por especie en cada sitio

Nombre Común	Nombre Científico	Forma de Vida	% I.V.I. S1	% I.V.I. S2
Amole	<i>Stegnosperma alimifiloum</i>	Ab	0	7.9
Candelilla	<i>Euphorbia lomeli</i>	Ab	32.3	2.4
Cholla	<i>Cylindropuntia cholla</i>	S	7.87	6.86
Ciruelo	<i>Cyrtocarpa edulis</i>	Ar	7.51	23.91
Clavelina	<i>Cylindropuntia alcahes</i>	S	0.75	0
Condalia	<i>Condalia globosa</i>	Ab	0.75	24.41
Copal	<i>Bursera eppinata</i>	Ab	0	19.43
Croton	<i>Croton californicus</i>	Ab	21.27	8.69
Frijolito	<i>Phaseolus filiformis</i>	Ta	26.85	0
Golondrina	<i>Euphorbia sp.</i>	Hp	57.41	0
Mezquitillo	<i>Krameria paucifolia</i>	Ab	30.61	18.76
Frutilla	<i>Lycium sp.</i>	Ab	0	16.5
Lomboy	<i>Jatropha cinerea</i>	Ab	89.79	72.25
Palo adán	<i>Fouquieria diguetii</i>	Ar	0	32.47
Pitahaya agria	<i>Stenocereus gummosus</i>	S	8.09	6.78
sorotamius	<i>Psorothamnus emoryi</i>	Ab	9.58	45.05
Xilotamia	<i>Xilothamia diffusa</i>	Ab	7.24	14.58

Ab: arbusto, Ar: árbol, S: suculenta, Ta: trepadora natural, S1: sitio uno, S2: sitio dos.

Los índices de Sorensen y Jacard mostraron una similitud de un 74% y 27% respectivamente, debido a estos resultados se utilizó el índice de Morisita-Horn, donde el resultado fue de 68.3% de similitud entre los dos sitios.

Con respecto a la diversidad los índices de Shannon y Simpson indicaron que el sitio 2 presenta ligeramente una mayor diversidad de vegetación respecto al sitio 1 (Tabla III).

Tabla III. Índices aplicados para comparar diversidad en ambos sitios

	sitio 1	sitio 2
Shannon	1.884	2.029
Equitatividad	0.7	0.8
Simpson	4.9	5.5

La cobertura promedio en el sitio 1 fue de 62.92 m² y para el sitio 2 de 163m². Esta diferencia fue estadísticamente significativa como lo demostró la prueba de t dando una $p = 0.035$ (promedio sitio 1= 62.9, sitio2= 164).

En el análisis de imagen, el contraste entre los dos sitios fue notorio y concuerda con el análisis de cobertura realizado ya que en el sitio 1, que comprende 24.76 hectáreas, la cobertura vegetal fue de 7.6 hectáreas y en

el sitio 2, que comprende 24.63 hectáreas, el área con cobertura vegetal fue de 12.31 hectáreas (Fig. 5)

El promedio de altura de la vegetación para el sitio 1 fue de 0.84 m y para el sitio 2 de 2.4 m. Una comparación entre los promedios de altura de las especies de los dos sitios mostró una diferencia significativa mediante una prueba de t ($p = 0.005$, X sitio 1= 0.83, X sitio2=2.4)

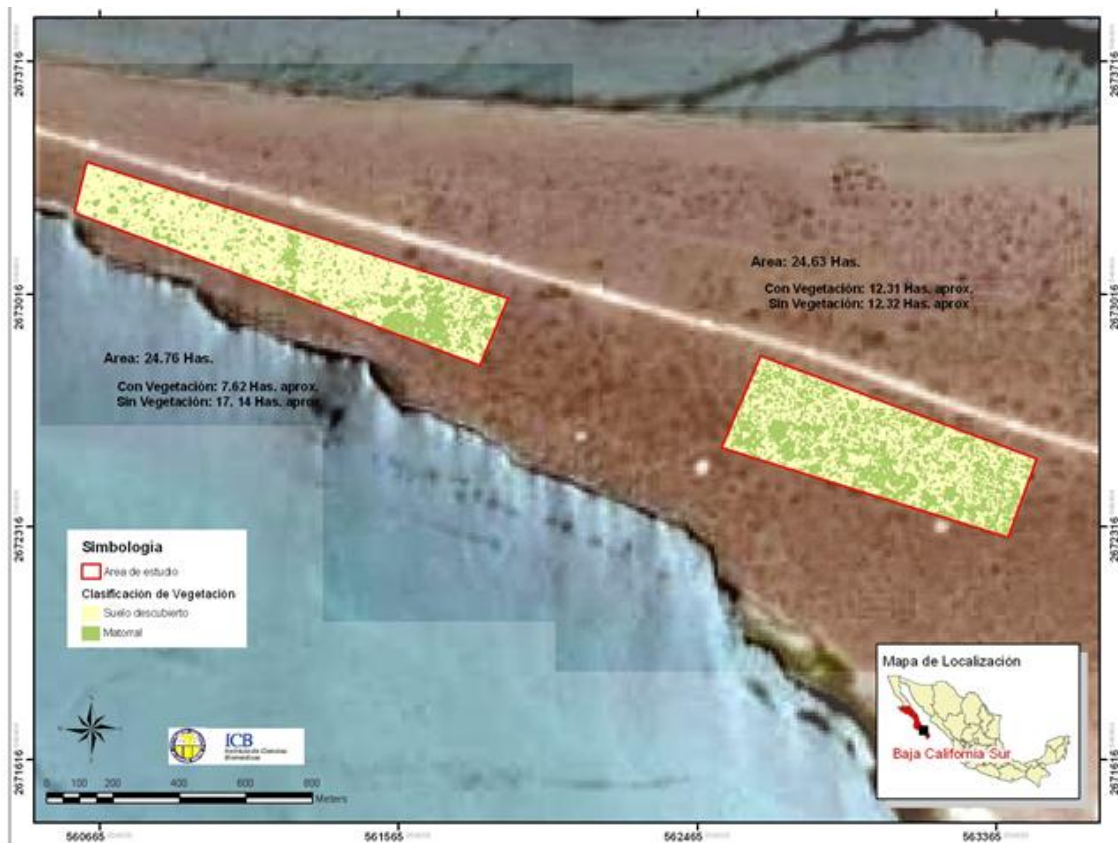


Figura 5. Diferencia de cobertura entre sitios. Muestra la diferencia de cobertura entre sitio 1 y sitio 2, las zonas amarillas indican el suelo sin cobertura vegetal y las zonas verdes suelo con cobertura vegetal.

6.2 Serpientes

Se capturaron un total de 30 individuos, 25 adultos, solo 2 recapturas, se presencio un cortejo el 19 de abril del 2008 y vimos una hembra preñada el 31 de agosto del 2007.

De nuestra muestra 8 individuos tuvieron el córtalo rectangular (6 hembras y 2 machos), 19 triangular (6 hembras y 13 machos) y encontramos solo 3 juveniles con cascabeles incipientes con un botón a dos córtalos, lo que indica que la muestra contiene mas individuos jóvenes y existe reclutamiento de individuos debido a nacimientos.

Por temporadas se encontraron 11 víboras en lluvia de invierno, 13 en la temporada de lluvias de verano y 6 en la temporada seca. Los juveniles fueron encontrados solo en la temporada de lluvia de invierno, los machos fueron mas abundantes en la temporada de lluvias de invierno seguida por la lluvia de verano y por último en temporada seca, las hembras fueron escasas en la temporada de lluvia de invierno y temporada seca, aumentando su aparición casi doblando en numero a los machos en la temporada de lluvias de verano (Tabla IV), sin embargo la diferencia entre hembras y machos entre temporadas no fue estadísticamente significativas (Kruskal-Wallis; $p=0.55$).

Tabla IV. Número de víboras encontradas por temporadas

	lluvia Invierno	lluvia verano	Temporada seca
Juveniles	3	0	0
Machos	6	5	4
Hembras	2	8	2
Total	11	13	6

6.2.1 Dimorfismo sexual

En campo capturamos 14 machos y 13 hembras, para confirmar se graficó la longitud de cola- cloaca contra longitud hocico- cloaca (Fig. 6) de esta manera corroboramos que la serpiente 3spb07, había sido erróneamente catalogada como hembra con lo que nos dio un conteo real de 15 machos y 12 hembras (Boyer 1957).

6.2.2 Proporción de sexos

Una vista generalizada de la cantidad de machos y hembras nos dice que la proporción es cercana a 1:1, esta relación no se mantiene en ambos sitios ya que en el sitio 1 fueron encontrados 5 machos y 7 hembras mientras que en el sitio 2 la relación fue 2:1 (10 machos, 5 hembras). En las diferentes temporadas hubo una variación en la proporción de sexos en donde la relación 1:1 solo se da en sitio 1 en la temporada de lluvia de

invierno, temporada de lluvia de verano en sitio 2 y temporada seca en sitio 2 (Tabla V).

Dimorfismo sexual en *C. ruber* segun las proporciones de LCC y LHC

$$LCC = -0.914245 + 0.078937 * LHC$$

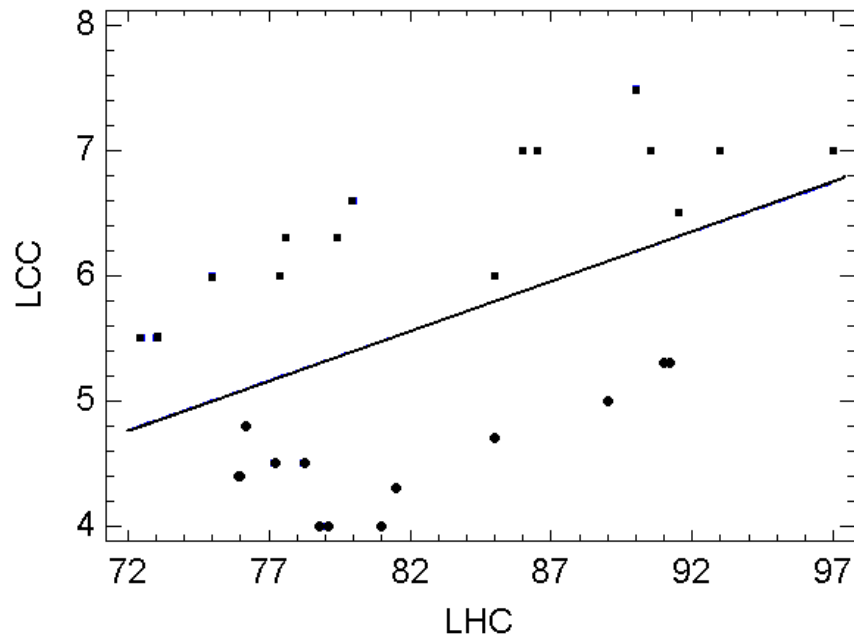


Figura 6. Gráfica que muestra la relación de longitud hocico-cloaca y longitud cloaca- cola en *Crotalus ruber*, en la cual el grupo de individuos marcados con triangulo son machos y los círculos las hembras.

Tabla V. Proporción de sexos por temporada y sitio

	lluvia Invierno			lluvia verano			temporada seca		
	Sitio 1	Sitio 2	Total por temporada	Sitio 1	sitio 2	Total por temporada	sitio 1	sitio 2	Total por temporada
Juveniles	2	1	3	0	0	0	0	0	0
Machos	2	4	6	1	4	5	1	3	4
Hembras	2	0	2	5	3	8	0	2	2
Total	6	4	10	6	7	13	1	5	6
Proporción.	1:1	4:0	3:1	1:5	1:1	1:2	1:0	1:1	2:1

6.2.3 Talla y peso

La talla de los adultos fluctuó de 780 mm a 1040 mm ($X= 886\text{mm}$), en los machos el promedio fue de 907 mm, esta talla se encuentra por encima del promedio de las hembras ($X= 848\text{mm}$) (Tabla VI) encontrándose una diferencia significativa con prueba de Man-Witney ($w= 34.0$ $P=0.04$)

Tabla VI. Promedio de tallas de víboras muestreadas

	Machos	Hembras	General
Talla máxima (mm)	1040	963	1040
Talla mínima (mm)	780	804	780
Promedio (mm)	907	848	886

En relación con el peso, éste varió de 239 g a 555 g ($X= 391.2\text{g}$), siendo mayor el promedio de los machos ($X=414$ g) en relación al promedio de las hembras($X=364$ g) (Tabla VII). Estadísticamente no se obtuvo una diferencia significativa entre machos y hembras ($t=1.53$, $P=0.14$; $W=-23.5$ $P=0.14$).

Tabla VII. Pesos promedio de víboras muestreadas.

	Machos	Hembras	General
Peso máximo (g)	555.0	497.00	555.0
Peso mínimo (g)	274.0	239.0	239.0
Promedio (g)	414.8	364.2	393.7

6.2.4 Diferencia de talla y peso entre sitios

El promedio general de tallas (LT) es mayor en sitio 1 en relación al sitio 2 al igual que las tallas de machos y hembras del sitio 1 con respecto a los machos y hembras del sitio 2 sin embargo, los análisis estadísticos no mostraron diferencias significativas de tallas o pesos entre sitios o entre machos y hembras de ambos sitios (talla S1 & S2 $t=0.42$, $P=0.67$., Machos S1 & S2: $t=1.2$, $P=0.23$; M-W=-8.0, $P=0.316$., Hembras S1 & S2 M-W=-1.5, $P=0.81$);).

Al igual que con las tallas, los pesos de los individuos del sitio 1 son mayores que los individuos del sitio 2, sin haber una diferencia significativa estadísticamente en el promedio general o machos de ambos sitios (peso gral. S1 & S2: $t=1.5$, $P=0.12$; M-W=-2.7, $P=0.1$; machos S1 & S2: $t=1.1$, $P=0.2$; M-W= -8.0, $P=0.3$). Solo las hembras mostraron una diferencia estadística significativa entre sitios (M-W=-10.5, $P=0.02$;) (Tabla VIII).

Tabla VIII. Promedios de tallas y pesos entre sitios

	Sitio 1	Sitio 2		Sitio 1	Sitio 2
talla de la población	889	870	peso general	419.4	368.7
Talla mínima	810	780	Peso mínimo	334.0	239.0
Talla máxima	1040	1000	Peso máximo	555.0	544.0
de talla machos	936	885	peso machos	446.0	397.0
Talla mínima	839	780	Peso mínimo	360.0	274.0
Talla máxima	1040	1000	Peso máximo	555.0	544.0
talla hembras	850	843	peso hembras	400	280
Talla mínima	810	804	Peso mínimo	334.0	239
Talla máxima	963	897	Peso máximo	497.0	327

6.3 Abundancia relativa

La abundancia relativa fue fluctuante de noviembre al mes de abril; a partir de mayo se incrementó paulatinamente hasta llegar a la máxima abundancia relativa registrada en los meses de agosto y septiembre (0.75 serpientes/horas hombre de búsqueda) que corresponde a la temporada de lluvia de verano (Tabla IX).

Tabla IX. Fechas de muestreo, serpientes observadas y abundancia relativa durante todo el ciclo de muestreo.

Fecha de muestreo	Sitio	Serpientes encontradas	Horas búsqueda	Abundancia relativa
02/02/2007	1	0	9.0	0.00
23/02/2007	1	3	9.9	0.30
02/07/2007	1	2	12.6	0.16
31/08/2007	1	4	5.3	0.76
11/11/2007	1	1	14.3	0.07
25/01/2008	1	3	8.5	0.35
18/04/2008	1	0	16.0	0.00
16/05/2008	1	1	14.3	0.07
04/05/2007	2	1	9.5	0.11
03/07/2007	2	3	11.0	0.27
01/09/2007	2	4	5.3	0.76
12/11/2007	2	4	9.3	0.43
26/01/2008	2	0	9.0	0.00
19/04/2008	2	3	11.0	0.27
17/05/2008	2	1	6.3	0.16

Las horas de búsqueda entre temporada fueron estadísticamente iguales (ANOVA: $F=0.87$, $P=0.44$; K-W: $P=0.4$) lo cual ratifica la diferencia estadística mostrada en la prueba de rangos de abundancia relativa (Tabla X), que muestra que la abundancia de víboras en temporada de lluvias de verano es diferente con respecto a las otras dos temporadas (Fig.7).

Tabla X. Prueba de rangos múltiple de abundancia relativa entre temporadas

Metodo: 95.0 % LSD

<i>temporada</i>	<i>No. datos</i>	<i>media</i>	<i>Grupos homogéneos</i>
Seca	5	0.122	X
Invierno	6	0.191667	X
Lluvias	4	0.4875	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Limite</i>
invierno - lluvias	*	-0.295833	0.294465
invierno - seca		0.0696667	0.276232
lluvias - seca	*	0.3655	0.306017

*denota una diferencia estadística

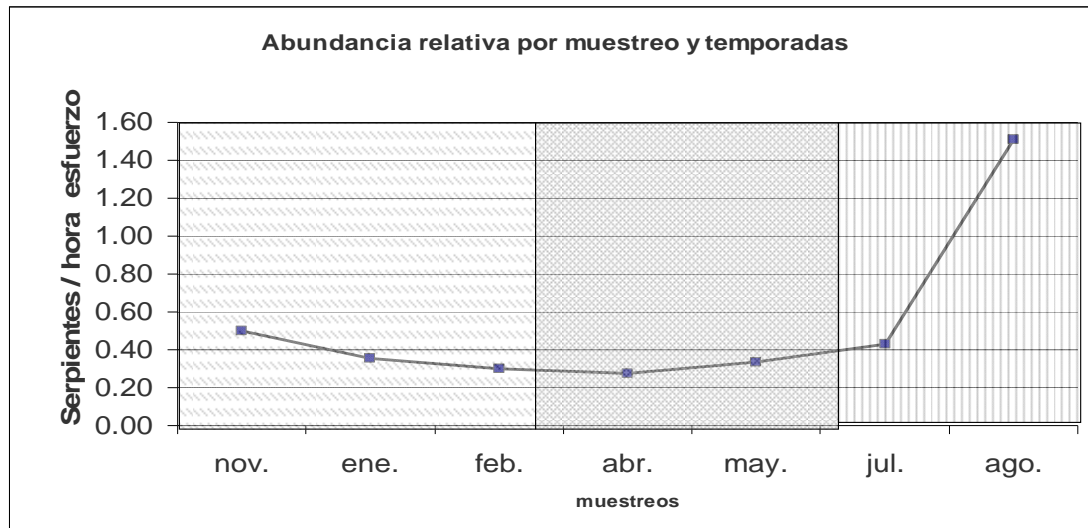


Figura 7. Muestra la abundancia durante los meses de muestreo y de izquierda a derecha las zonas sombreadas diferencian las tres temporadas: lluvia de invierno, temporada seca y lluvia de verano respectivamente.

6.3.1 Abundancia relativa en ambos sitios

La diferencia de abundancia relativa entre los dos sitios fue evidente. En el sitio 2 siempre se observó una mayor abundancia a partir del mes de abril durante toda la temporada de lluvias de verano, esta diferencia fue significativa estadísticamente al comparar ambos sitios con una prueba de ANOVA ($F=6.2$, $P=0.02$) y de Kruskal-Wallis (promedio de rango sitio 1= 5.6, sitio 2= 10.6; 4.6 valor de $P=0.03887$). Cada sitio tuvo un patrón de actividad diferente, cuando se capturaron víboras en el sitio 1 no se encontraron víboras en el sitio 2 y viceversa, hasta mayo en que se empatan logrando encontrar víboras en ambos sitios (Fig. 8).

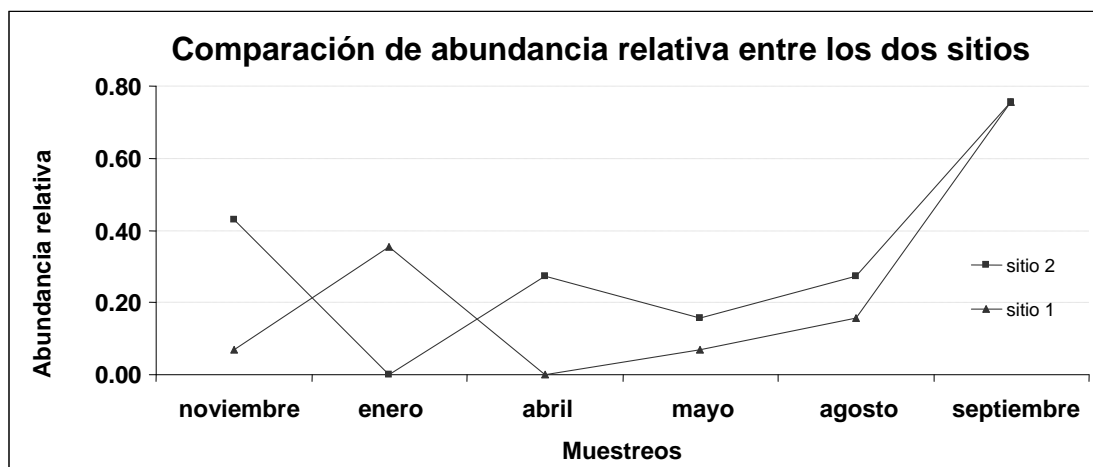


Figura 8. Comparación de las abundancias relativas de víbora de los dos sitios.

6.3.2 Abundancia relativa y aspectos climatológicos

La humedad ambiental promedio durante los muestreos fluctuó a lo largo del año sin ningún patrón, la temporada de mayor humedad fue invierno con un promedio de 65.8% seguido por la temporada de verano 64.2% y por último la temporada seca con 50.6%.

La temperatura ambiental promedio se incrementó paulatinamente durante las temporadas, la temporada de verano fue la de mayor temperatura promedio 27.4°C seguido por la temporada seca y finalmente la temporada de invierno.

La abundancia relativa de víboras (Fig. 9), no se correlacionó significativamente con ninguno de los dos aspectos climatológicos, ($r = 0.06$ ($n=13$, $P>0.05$ para temperatura ambiental y $r = 0.51$ $n=13$, $P>0.05$ para la humedad).

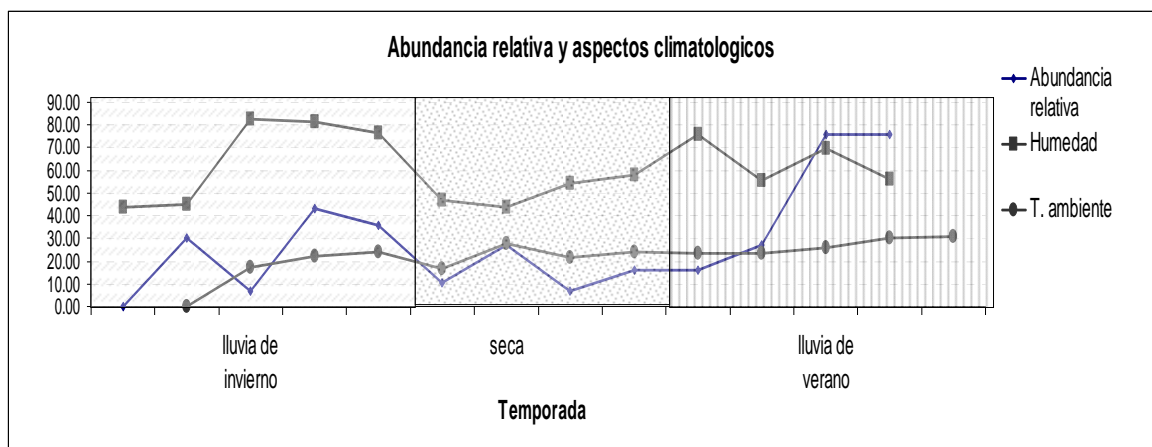


Figura 9. Abundancia relativa y aspectos climatológicos. Muestra la relación entre abundancia relativa de serpientes, temperatura ambiental y humedad relativa del ambiente, donde el único patrón encontrado tenuemente fue el incremento de abundancia relativa de víbora con el aumento de temperatura anual.

6.3.3 Abundancia relativa por muestreo y temperaturas asociadas a la actividad de *C. ruber*

La abundancia relativa mostró una ligera correlación aunque no estadísticamente significativa con la temperatura bajo la cobertura, la temperatura de la víbora, la temperatura a un lado de la víbora y el promedio de las temperaturas ambientales en el momento de la captura (XTcapt), como se puede observar en la tabla XI. Las temperaturas con las que no mostró relación alguna fue la temperatura del suelo despejado y el promedio de humedad relativa al momento de la captura (XH%capt).

Tabla XI. Correlaciones entre la abundancia relativa por muestreo y los promedios por muestreo de temperaturas asociadas a actividad de *C. ruber*.

	T bajo cobertura	T lado de la víbora	T de la víbora	T suelo despejado	XH%capt	XTcapt
Abundancia relativa	0.4894	0.5154	0.5213	0.3004	0.2407	0.4945
	N= (13)	(13)	(13)	(13)	(13)	(13)
	P=0.08	0.0715	0.0677	0.3186	0.4283	0.0859

6.4 Biología térmica

6.4.1 *C. ruber* ¿termoreguladora o termoconformista?

Se realizaron regresiones lineales para comprobar la termorregulación de esta especie, donde la variable dependiente fue la temperatura de la víbora y la variable independiente fue la temperatura ambiental, esto nos dio una $p=0.2$ lo cual indica que no hay relación entre las variables por lo que optamos con otra variable independiente que fue sustrato al lado de la víbora, el resultado fue una correlación perfecta de 0.000 con un coeficiente de correlación de 0.889 y una $r^2 = 79.0$.

Durante el estudio obtuvimos 93 registros de los cuales 63 fueron realizados en la mañana y 30 en la noche. Del total de observaciones, 35 veces las víboras se encontraron refugiadas, 30 activas en la noche, 19 inactivas en la mañana, y solo 1 activa en la mañana, los porcentajes se pueden ver en la figura 10.

Actividad de *C. ruber*

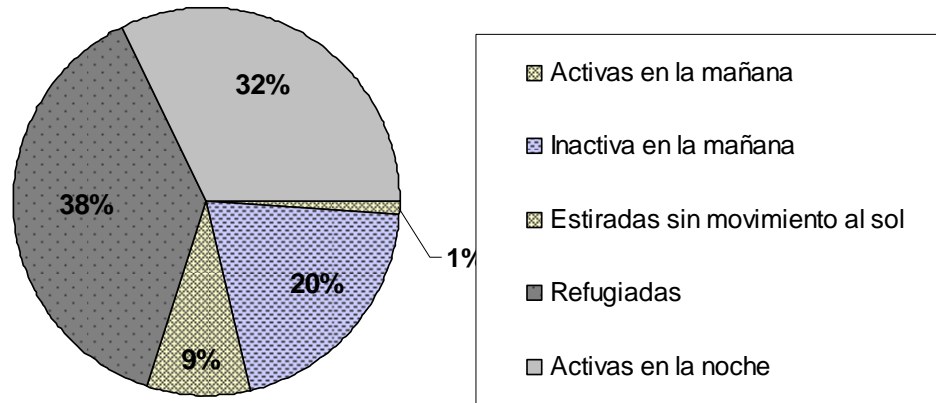


Figura 10. Actividad de *C. ruber*. Muestra el porcentaje de las diferentes categorías de actividad donde se puede observar que *C. ruber* pasa la mayor parte del tiempo refugiada o activas en la noche.

El horario en el que encontramos víboras activas (Tabla XII), fue de 18:00 a 23:00 horas el cual no cambio significativamente a través de las temporadas del año.

Tabla XII. Horario de encuentro de víboras por temporada

Temporada	Rango de hora
Lluvia de verano	18:41 - 22:51
Temporada seca	18:22 - 22:05
Lluvias de invierno	18:25 - 21:48

La hora promedio en que las víboras fueron encontradas activas fue a las 20:00hrs, y en un rango de las 18:00 a 20:30 horas se encontraron 23 de las observaciones lo que representa el 77 % de la muestra de víboras activas en la noche, el rango de mayor frecuencia (9 individuos) fue de las 19:45 a las 20:30hrs, esto se relaciona con las temperaturas asociadas a la ecología térmica de la víbora, ya que dentro de ese horario todas las temperaturas se encuentran dentro del rango de temperatura corporal en el cual las víboras son activas de 19°C a 34°C (Fig. 11).

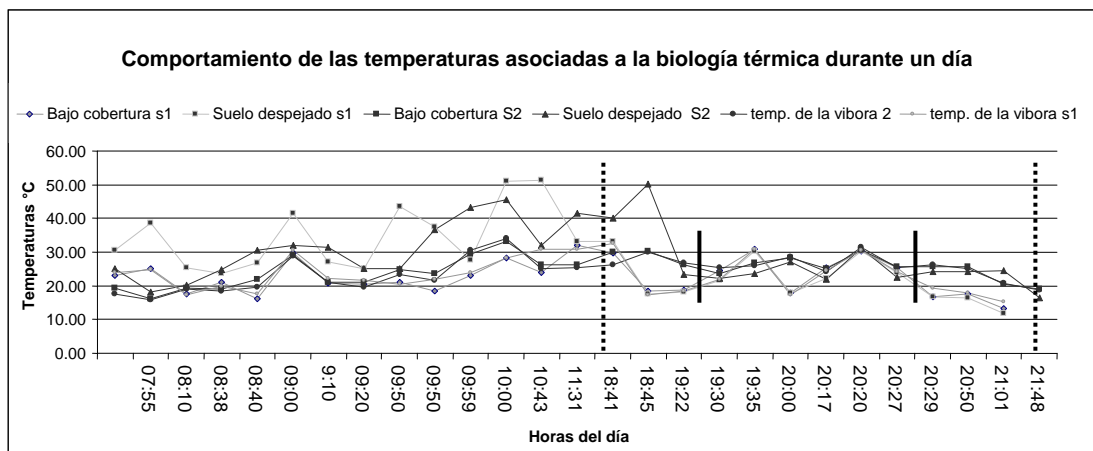


Figura 11. Comportamiento de las temperaturas asociadas a la biología térmica de la especie durante un día. El rango de actividad de las víboras durante el día esta marcado con líneas discontinuas mientras que el intervalo de preferencia con líneas continuas.

La temperatura ambiente en la que las víboras estuvieron activas fluctuó de 14.6° C a 32.4 °C siendo el promedio de 24 °C. El 70% de las víboras se encontraban activas en rangos de temperatura ambiental de 21° C a 33 °C, y el intervalo que más observaciones tuvo fue de 22° C a 25 °C (Fig.12).

Histograma de víboras activas en relación a la temperatura ambiente

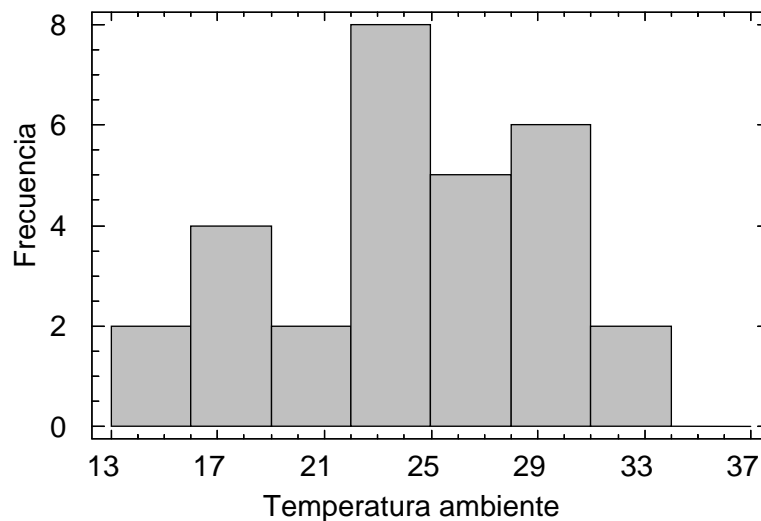


Figura 12. Muestra el rango de temperatura ambiente en el que hay víboras activas y el intervalo de mayor frecuencia

En general las temperaturas de la víbora fueron muy parecidas a las temperaturas de su entorno como temperatura ambiente, a un lado de la víbora, suelo bajo cobertura, con excepción de la temperatura del suelo descubierto que presenta picos y es muy inestable. Con respecto a la

variación entre temporadas se percibe un aumento de todas las temperaturas en temporada de lluvias en verano (Fig. 13).

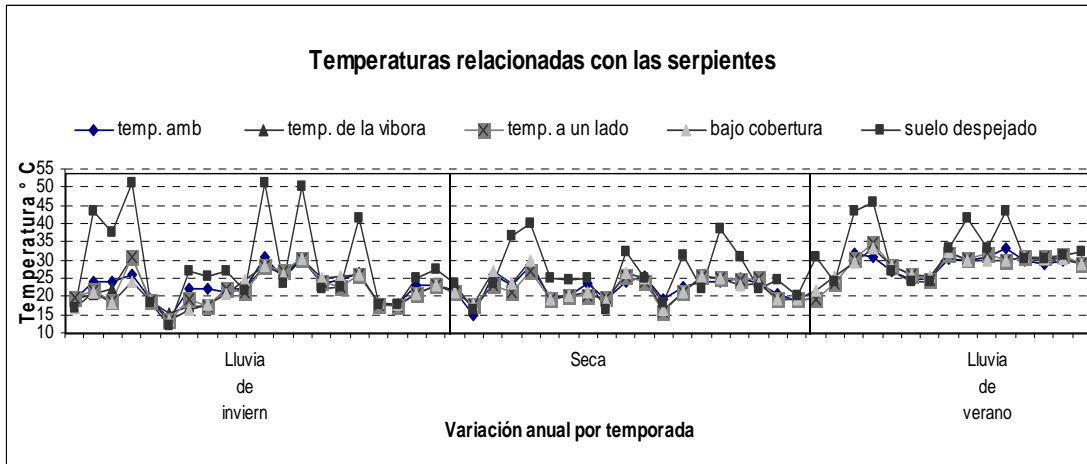


Figura 13. Muestra la variación anual de las temperaturas relacionadas con la víbora.

6.4.2 Actividad y temperaturas relacionadas

El rango de temperaturas corporales de *C. ruber* en el cual las encontramos activas fue de 15.27° C a 32.72 °C siendo el promedio de temperatura de 24.9°C. El 79 % de nuestras víboras se encontraron activas en un intervalo de 19° C a 34°C en un rango de temperatura de donde el mayor número de víboras activas (8) se presentó con una temperatura corporal en un rango de 24°C a 26.5 °C (Fig. 14).

Histograma de frecuencias de temperatura corporal de víboras activas

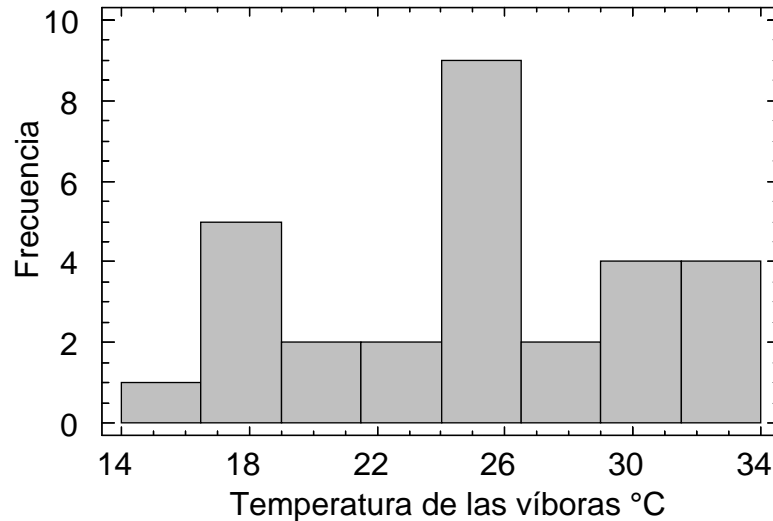


Figura 14. Temperatura corporal de víboras están activas. El histograma muestra el rango en el que las víboras se encuentran activas y el intervalo de mayor frecuencia de 24°C a 26.5°C.

Todas las temperaturas relacionadas con la actividad de *C. ruber* son muy similares entre ellas (Fig. 15 y Tabla XIII).

Se realizaron correlaciones de todos los parámetros involucrados con la actividad y la temperatura de *C. ruber*, dando como resultado las siguientes correlaciones significativas:

- La hora de encuentro de víboras con la temperatura ambiental
- La hora de encuentro de víboras con la temperatura de la víbora
- Temperatura de la víbora y temperatura bajo cobertura

- Temperatura de la víbora y temperatura a un lado de la víbora
- Temperatura ambiente con la temperatura del suelo descubierto
- Temperatura ambiente con la temperatura bajo cobertura
- Temperatura ambiente con la temperatura de la víbora
- Temperatura ambiente con la temperatura a un lado de la víbora
- Temperatura del suelo con la temperatura de la víbora
- Temperatura del suelo descubierto y la temperatura bajo cobertura
- Temperatura del suelo y temperatura a un lado de la víbora
- Temperatura bajo cobertura y temperatura a un lado de la víbora

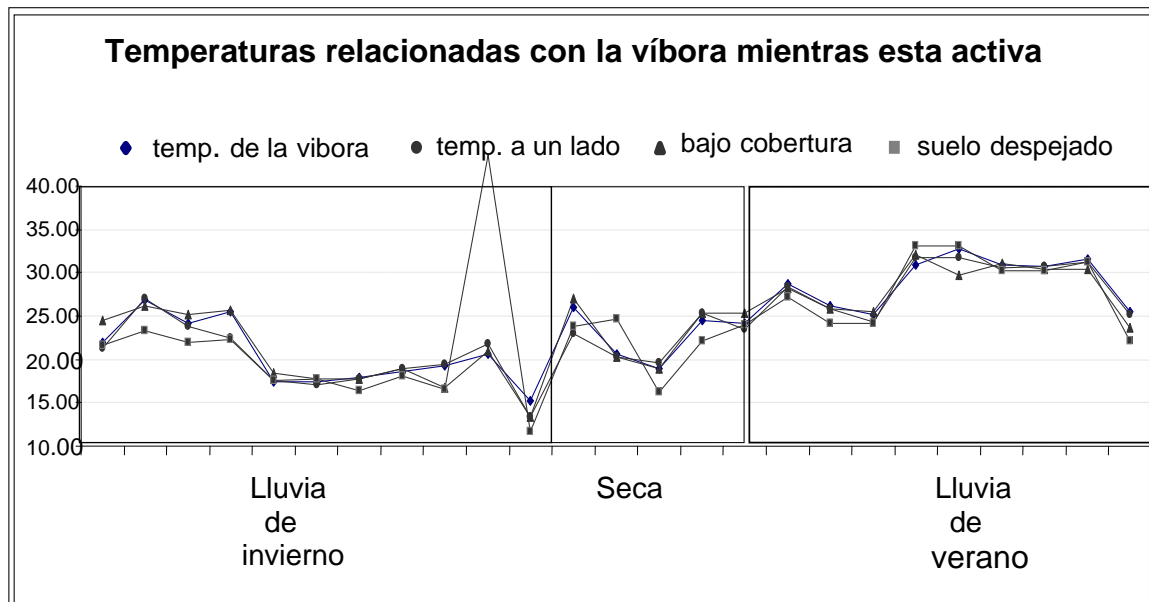


Figura 15. Muestra la variabilidad de las temperaturas (°C) en las diferentes temporadas, donde se puede observar que en la temporada de verano las temperaturas son más parecidas entre ellas.

Tabla XIII. Temperaturas (°C) relacionadas con la actividad de *C. ruber*

	Víbora	Bajo cobertura	Suelo descubierto	Lado víbora
Número de datos	29	25	26	28
Promedio	24.979	24.0656	23.7408	24.5479
DS	5.17619	5.05527	5.94669	5.3618
C.v	20.72%	21.01%	25.05%	21.84%
Mínimo	15.27	13.4	11.72	13.4
Máxima	32.72	32.08	33.16	32.24
Rango	17.45	18.68	21.44	18.84
Stnd. skewness	0.423072	-0.680169	0.0998969	0.24742
Stnd. kurtosis	-1.17536	-0.752359	-0.779689	1.04097

Tanto la temperatura ambiental como la temperatura de la víbora mostraron una correlación positiva con todas las variables, habiendo una correlación perfecta entre estas dos variables, así como también la temperatura de la víbora con la temperatura a un lado de la víbora como se puede ver en la tabla XIV.

Tabla XIV. Correlaciones de las temperaturas (°C) cuando las víboras se encuentran activas.

	Hrs. de actividad	Ambienta I	Suelo descubierto	Bajo cobertura	Lado de la víbora	De la víbora
Hora de actividad		-0.5033	-0.0512	-0.1064	-0.2952	-0.4493
		0.0103	0.8081	0.6128	0.1520	0.0243
Ambiental	-0.5033		0.5999	0.7131	0.7968	0.9412
	0.0103		0.0015	0.0001	0.0000	0.0000
Del suelo descubierto	-0.0512	0.5999		0.8253	0.7467	0.5893
	0.8081	0.0015		0.0000	0.0000	0.0019
De la víbora	-0.4493	0.9412	0.5893	0.6637	0.8198	
	0.0243	0.0000	0.0019	0.0003	0.0000	
Bajo cobertura	-0.1064	0.7131	0.8253		0.7047	0.6637
	0.6128	0.0001	0.0000		0.0001	0.0003
A un lado de la víbora	-0.2952	0.7968	0.7467	0.7047		0.8198
	0.1520	0.0000	0.0000	0.0001		0.0000

6.4.3 Inactividad y temperaturas relacionadas

La temperatura corporal de las víboras inactivas, presentó un rango de 17.4 - 34.8 °C (promedio de 24.3°C), la mayor frecuencia de inactividad fue en horas matutinas a temperaturas de 16 a 22.6 °C, intervalo en el que se encontró un 45% de los individuos. En la gráfica de frecuencias (Fig. 16) se pudo observar que mientras la temperatura corporal aumenta, la inactividad disminuye.

Histograma de frecuencias de temperatura corporal de víboras inactivas

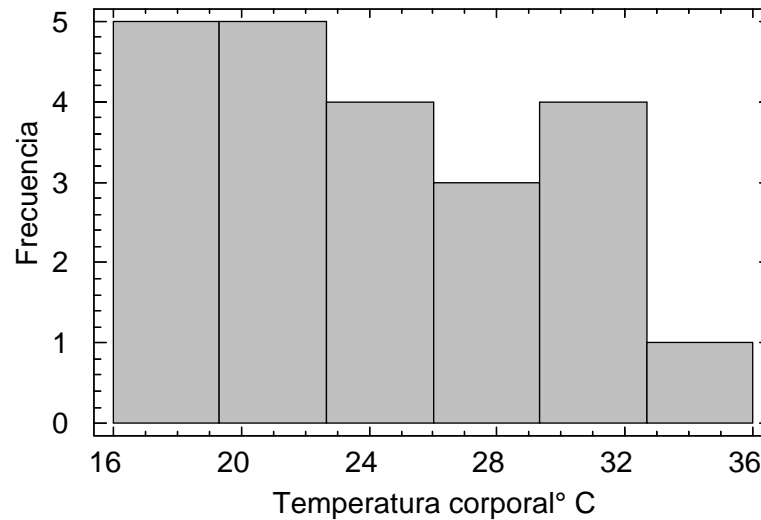


Figura 16. Gráfica que muestra mayor actividad de las víboras mientras la temperatura ambiental aumenta.

Las temperaturas del sustrato que se registraron a un lado de las víboras, así como de la entrada de sus madrigueras y bajo la cobertura vegetal, fueron similares a las temperaturas registradas de las víboras. En cambio, las temperaturas del suelo sin cobertura vegetal presentaron marcadas diferencias (Tabla XV).

Con respecto a la temperatura del suelo sin cobertura se mostró inactividad en un rango de 17°C a 71°C sin embargo un 58% de las víboras inactivas se concentraron en un intervalo de temperatura de 35 a 53°C (25 víboras).

A través de las temporadas del año las temperaturas relacionadas con la actividad de las víboras mientras están inactivas, son muy similares, con excepción de la temperatura del suelo sin cobertura vegetal, que se encuentra siempre por encima de todas las demás temperaturas. Existe una tendencia al aumento de las temperaturas en verano siendo en invierno donde hay una variación mayor entre las temperaturas relacionadas con la inactividad de la víbora (Fig. 17).

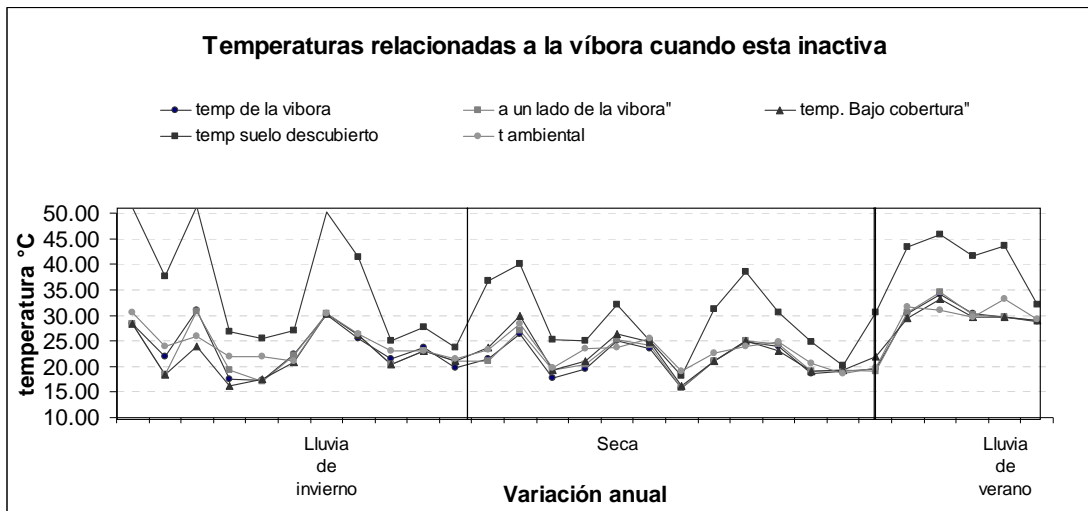


Figura 17. Muestra la variación de las temperaturas relacionadas a la víbora mientras esta inactiva se puede observar que el suelo descubierto siempre se mantiene por encima de todas las temperaturas no importando la temporada.

Tabla XV. Promedio y rangos de temperaturas (°C) asociadas con la inactividad de las víboras.

	Víbora	Bajo cobertura	Suelo descubierto	Lado víbora	Madrigueras
Número de datos	22	43	43	23	17
Promedio	24.3327	27.2191	40.2144	24.8278	26.0871
DS	5.13236	6.90018	12.4024	5.44468	6.76876
C.v	21.09%	25.35%	30.84%	21.93%	25.95%
Mínimo	17.4	16.2	20.16	17.08	17.12
Máximo	34.08	41.76	71.16	35.24	35.92
Rango	16.68	25.56	51	18.16	18.8
Std. Skewness	0.481745	1.16377	1.5338	0.701936	0.329845
Std. Kurtosis	-1.10233	-0.867994	0.0626511	-1.06454	-1.52569

Al correlacionar todas las temperaturas relacionadas con la inactividad resultaron un total de nueve correlaciones significativas:

- La hora de inactividad de víboras con la temperatura ambiental
- La hora de inactividad de víboras con la temperatura de la víbora
- La hora de inactividad de víboras con la temperatura a un lado de las víboras
- La hora de inactividad de víboras con la temperatura bajo cobertura
- La hora de inactividad de víboras con la temperatura de suelo descubierto
- Temperatura ambiente y la temperatura bajo cobertura
- Temperatura ambiente con la temperatura del suelo descubierto
- Temperatura de la víbora y temperatura a un lado de la víbora
- Temperatura bajo cobertura y temperatura suelo descubierto

La hora de inactividad fue la única que resultó con una correlación significativa con respecto a todas las temperaturas relacionadas, y la temperatura de la víbora no resultó en correlación significativa con ninguna otra temperatura registrada (Tabla XVI).

Tabla XVI. Correlaciones de las temperaturas (°C) cuando las víboras se encuentran inactivas.

	Hora de inactividad	Ambiente	Víbora	A un Lado de víbora	Bajo cobertura	Suelo descubierto
Hora de inactividad		0.6160	-0.4843	-0.4752	0.5801	0.6983
		0.0023	0.0224	0.0254	0.0047	0.0003
Ambiente	0.6160		-0.0783	-0.0109	0.9406	0.8775
	0.0023		0.7292	0.9616	0.0000	0.0000
De la víbora	-0.4843	-0.0783		0.8884	-0.0317	-0.1495
	0.0224	0.7292		0.0000	0.8885	0.5067
Lado de la víbora	-0.4752	-0.0109	0.8884		0.0494	-0.1745
	0.0254	0.9616	0.0000		0.8271	0.4374
Bajo cobertura	0.5801	0.9406	-0.0317	0.0494		0.9061
	0.0047	0.0000	0.8885	0.8271		0.0000
Suelo descubierto	0.6983	0.8775	-0.1495	-0.1745	0.9061	
	0.0003	0.0000	0.5067	0.4374	0.0000	

Las temperaturas relacionadas de 8 víboras estiradas tomando el sol se registraron en un horario de 7 a 11 am, 6 de ellas las encontramos de 7 a 9 de la mañana, las temperaturas ambientales que se registraron a esas horas estuvieron dentro un rango de temperatura de 19°C a 33 °C, (promedio 24.6°C).

El promedio de temperatura corporal de las víboras al estar asoleándose fue de 23.15 °C en un rango de temperaturas de 15.7° a 30.9 °C, el promedio y los rangos de todas las temperaturas relacionadas con la postura al sol varían entre ellas de 1 a 3 grados, con excepción a la temperatura del suelo sin cobertura vegetal donde existe una variación de 7 a 9° en el promedio con un rango de temperatura de 18 a 51.2 °C (Tabla XVII).

Tabla XVII. Promedio y rangos de temperaturas (°C) relacionadas a las víboras estiradas sin movimiento tomando el sol.

	Ambiente	De la víbora	Bajo cobertura	Suelo descubierto	Lado de la víbora
Número de datos	8	8	8	8	8
Promedio	24.0625	23.15	22.625	31.365	23.2775
DS	4.494	5.14875	3.85265	10.7135	5.06263
C.v	18.68%	22.24%	17.03%	34.16%	21.75%
Mínimo	19	15.76	16.12	18.24	15.84
Máximo	33.1	30.96	29.6	51.28	30.7
Rango	14.1	15.2	13.48	33.04	14.86
Std. skewness	1.24068	0.417	0.250644	1.18569	0.272043
Std. Kurtosis	0.938462	-	0.94418	0.308715	-0.389076

6.4.4 Temperatura y sexo

La temperatura corporal promedio en las hembras fue de 24.1°C (rango 15.7-32 °C), mientras que en los machos fue de 25° (rango 15.2-34°C) (Tabla XVIII).

Tabla XVIII. Comparación de Temperaturas °(C) corporales y rangos de temperaturas corporales de machos y hembras de *C. ruber*.

	Temperatura hembra	Temperatura macho
Número de datos	32	27
Promedio	24.1569	25.0011
DS	4.90472	5.26239
C v	20.3036%	21.0486%
Mínimo	15.76	15.27
Máximo	32.0	34.08
Rango	16.24	18.81
Std. Skewness	0.581365	-0.389368
Std. Kurtosis	-1.39633	-0.979191

Se realizaron comparaciones entre machos y hembras tomando en cuenta la media, con una prueba de t ($t = -0.637091$; $P = 0.526616$), la desviación estándar con una prueba de F ($F = 0.868688$; $P = 0.701947$) y la mediana con la prueba de Kolmogorof-Smirnov ($K-S = 0.757379$; $P = 0.614759$) en un intervalo de confianza del 95%, siendo el resultado en todas las pruebas, que no existe una diferencia significativa entre la temperatura corporal de machos y hembras.

6.5 Desplazamiento

Un total de 26 individuos adultos, 14 hembras y 12 machos, fueron monitoreados con el carrete de hilo, siendo seguidos entre 2 y 6 días, acumulando un total de 89 registros de desplazamiento de rastro (dr) para todo el estudio.

C. ruber se desplazó en promedio por día 27.52 m (dr), el mayor desplazamiento fue realizado por un macho en el sitio 1 con registros de 134m en una sola noche y el mayor desplazamiento acumulado de 152m en 4 días fue realizado por otro macho en el mismo sitio, ambos eventos en el mes de febrero.

El mayor desplazamiento promedio fue en el mes de agosto donde un macho del sitio 1 se desplazó 52.3 m por día.

De los 89 días en el que se observó el desplazamiento, solo en 11 ocasiones no salieron de sus refugios representando un 12% de inactividad.

El 76.8% (1691m) de los desplazamientos (dr) de las víboras, se llevó a cabo bajo la cobertura vegetal, mientras que el 23.0% (507m) se llevó a cabo en suelo sin cobertura vegetal.

6.5.1 Desplazamiento entre temporadas

El desplazamiento fue fluctuante y durante todo el año (fig.18). La temporada de mayor desplazamiento promedio fue en invierno con 32.40 m/día, seguido de la temporada de lluvias de verano con 29.77m/día, siendo la temporada seca la de menor desplazamiento, con un promedio de 16.51m por día, (Tabla XIX), el mes de mayor desplazamiento promedio coincide con el mes de mayor abundancia relativa de serpientes que corresponde a agosto.

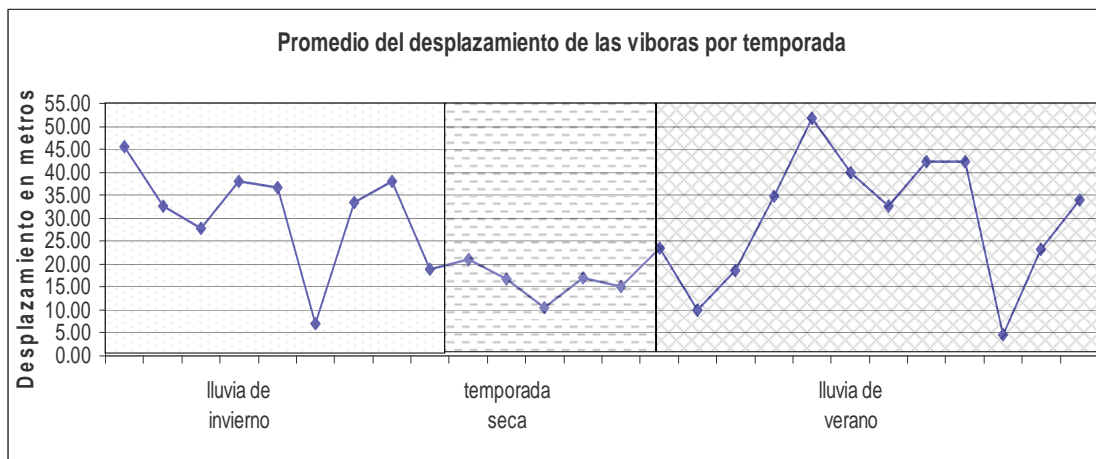


Figura 18. Promedio de desplazamientos de rastro por temporadas del año.

Tabla XIX. Comparación de desplazamiento entre temporadas

Temporada	N	Promedio DR	SD	CV	Mínimo	Máximo
De invierno	8	32.4	11.4	35.4%	6.97	45.5
De lluvias de verano	12	29.7	14.0	47.2%	4.6	51.72
Seca	6	16.5	3.59	21.72%	10.5	21.01
Total	26	27.5	12.8	46.7%	4.6	51.72

Se realizó una ANOVA de tres vías para contrastar temporadas. Los resultados mostraron diferencias significativas entre las medias de los grupos con un intervalo del 95% de confianza ($F=3.56$; $P=0.045$).

La prueba de Kruskal-Wallis verificó estas diferencias entre grupos tomando en cuenta las medianas ($P= 0.047$).

Para identificar que medias de grupos fueron significativamente diferentes entre sí, se realizó una prueba de rangos múltiples, los resultados que arrojaron esta prueba indicaron que el desplazamiento entre temporada de lluvias de invierno y lluvias de verano no fueron diferentes y la temporada seca sí se diferencia de las otras dos temporadas (tabla XX).

Tabla XX. Prueba de rangos múltiples método al 95.0 por ciento LSD

	No. de datos	Medias	Grupos homogéneos
Temporada seca	6	16.5167	X
Temporada de lluvia de verano	12	29.7758	X
Temporada de lluvia de invierno	8	32.4063	X

contraste	Diferencia significativa	Diferencia	+/- limite
Temporada de lluvia de invierno - temporada de lluvia de verano		2.63042	11.0736
Temporada de lluvia de invierno - temporada seca	*	15.8896	13.1024
Temporada de lluvia de verano - temporada seca	*	13.2592	12.1305

Entre temporadas existió una diferencia significativa en el número de días en que hubo movimiento fuera del refugio, en verano solo el 2.4% de las ocasiones estuvieron resguardadas mientras que en invierno fue un 23% y en temporada seca un 18.1%, con Kurskal Wallis se obtuvo una $P=0.07$ mientras que con la prueba de "Mood's Median" obtuvimos una $P=0.03$ (tabla XXI).

Tabla XXI. Comparación de los días en que hubo un mínimo de desplazamiento fuera del refugio por temporadas.

Prueba estadística Mood's Median Test; $n = 89$ gran mediana = 14.2

Temporadas	n	n<=	n>	Mediana	95.0% I.C	95.0% I.C
desplazamiento invierno	26	8	18	27.415	12.8904	41.4611
desplazamiento temporada seca	22	15	7	5.0	3.79271	27.5192
desplazamiento verano	41	22	19	12.5	8.8	24.4825

Prueba estadística $\chi^2 = 6.9644$ P-Value = 0.0307397

6.5.2 Diferencia de desplazamiento de rastro entre sitios

Cuando se compara el desplazamiento entre sitios por temporada se observa una tendencia a un mayor desplazamiento en sitio 1 en relación al sitio 2 (Fig. 19) el promedio para el sitio 1 es de 88.9 mientras que en el sitio 2 es de 68.5. Estas diferencias son estadísticamente significativas en un intervalo de un 95% de confianza ($t=2.2$ $P=0.03$), el promedio de los desplazamientos es muy similar entre los dos sitios con excepción de la temporada de verano (Tabla XXII).

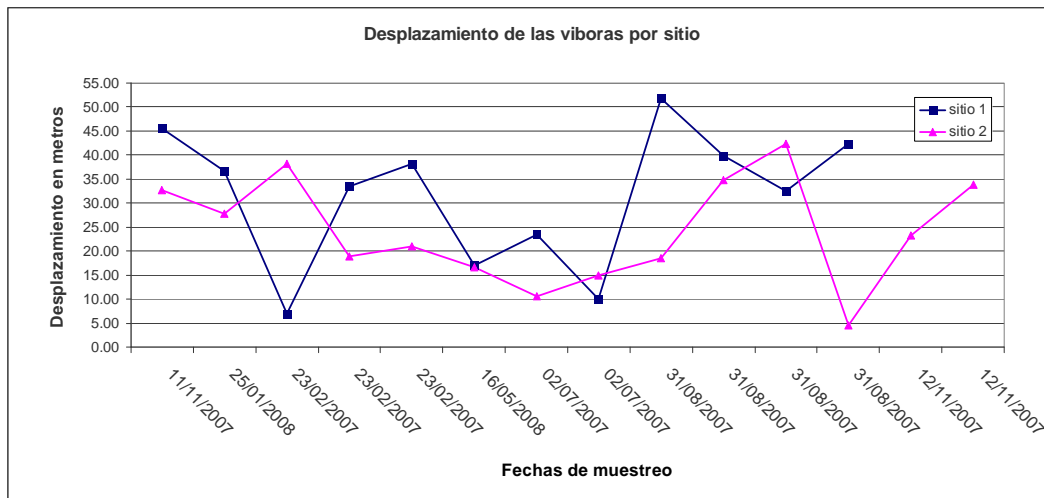


Figura 19. Comparación de desplazamientos dr entre sitios de muestreo.

Tabla XXII. Comparación de desplazamiento (dr) entre sitios; dr X es el promedio de las sumatorias del desplazamiento realizado por los individuos y promedio de velocidad es el promedio de la sumatoria del desplazamiento entre los días de seguimiento de cada animal.

Temporadas	sitio 1		sitio 2	
	Dr X	velocidad X	DrX	velocidad X
Invierno	119.46	32.14	65.69	32.84
Seca	67.96	16.99	62.11	16.42
Verano	82.00	33.35	77.75	26.2

6.5.3 Diferencia de desplazamiento entre sexos

El promedio de desplazamiento entre machos y hembras varió 11 metros (Tabla XXIII), diferencia estadísticamente significativa en un intervalo de confianza del 95% según: (K-S = 1.6, P = 0.01; W = -248.0, P = 0.01).

Tabla XXIII. Comparación entre desplazamiento de machos y hembras.

	Machos	Hembras
Numero de datos	32	46
Promedio	34.8431	23.3004
D.S.	27.1718	24.4157
C.v.	77.98%	104.79%
Mínimo	4	2
Máximo	134.16	86.67

6.6 Serpientes con evidencia de alimentación y abundancia de presa

El 50% de las víboras revisadas presentaron contenido estomacal o excretas, la temporada de mayor porcentaje de víboras con alimento o excretas fue la de lluvia de verano con un 75%, seguida de la temporada seca con un 50% y finalmente la temporada de invierno con un 18%.

La evidencia de alimentación entre machos y hembras fue diferente; las hembras mostraron un porcentaje de 66% y los machos de 38%. Entre sitios también hubo variación mientras el sitio 1 presento una evidencia de alimentación de 35% el sitio 2 fue de 62%.

Para estimar la abundancia de presas se tomaron en cuenta todas las especies de roedor que son presas potenciales para *C. ruber* como son *Chaetodipus arenarius*, *Chaetodipus baileyi*, *Peromyscus eya* y *Neotoma lepida*. Los muestreos arrojaron un porcentaje de 41.7 % de captura anual promedio, siendo la especie mas abundante *Chaetodipus arenarius* representando un 92% de las capturas. El mayor porcentaje de captura fue de un 60%, registrado en enero y el de menor captura mayo, con un 20 %.

La temporada que reflejó mayor abundancia relativa de presas fue la de lluvias de invierno con un 47.3% seguida de la temporada seca con un 40.67 y por último la temporada de lluvias de verano con un 34.0%.

6.6.1 Abundancia de presa por sitio

La diferencia de porcentaje de captura en las dos áreas fue clara, el sitio 1 presento una mayor abundancia de presa relativa en comparación con el sitio 2 (Fig. 20). La media para el sitio 1 fue de 50.2% con un mínimo de porcentaje de captura de 34% y un máximo de 60% mientras que para el

sitio 2 la media fue de 31.8% y sus mínimos y máximos fueron 20% y 53% respectivamente, esta diferencia fue tratada estadísticamente con una prueba de Mann-Whitney (Wilcoxon) la cual resultó en el rechazo de la hipótesis nula, lo que indica diferencias significativas en el porcentaje de captura de los sitios de muestreo en un nivel de confianza de un 95% (mediana s1=30, mediana s2=52, w=19.5, P=0.05).

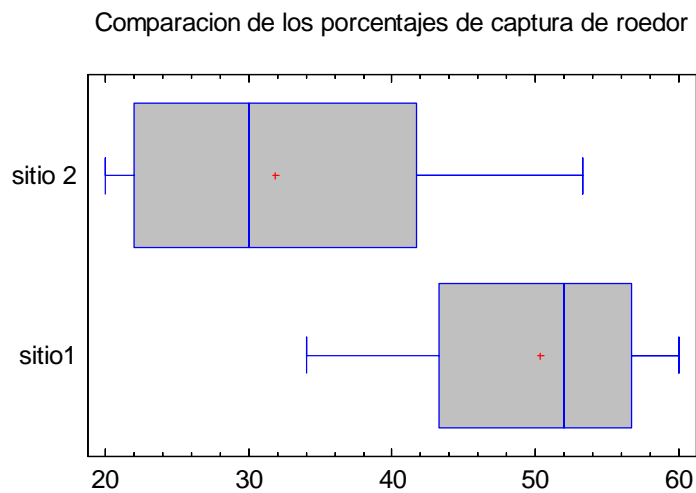


Figura 20. Compara los grupos de datos de ambos sitios tomando en cuenta media, mediana y desviación estándar.

6.6.2 Correlación de porcentaje de captura de roedores contra abundancia relativa de *C. ruber*.

Se realizó una prueba de regresión simple, donde la variable dependiente fue el porcentaje de captura de ratones mensuales y la variable independiente fue la abundancia relativa mensual de víboras, después de probar varios modelos se obtuvo el mejor modelo ofrecido por Statgraphics con la siguiente transformación (Y^2 raíz cuadrada-X: $Y = (a + b * (X)^2)^2$).

Los resultados de la ANOVA mostraron que existe una relación estadísticamente significativa entre el porcentaje de captura de ratones y la abundancia relativa de víboras en un intervalo de confianza del 95 % (Fig. 21).

La regresión indicó que el modelo ajustado explica solo un 48.7% de la variabilidad en el porcentaje de captura de ratones después de transformar a una escala logarítmica el modelo lineal.

El coeficiente de correlación mostró una relación inversa moderadamente fuerte entre las variables, lo que significa que entre menor abundancia relativa de víbora existe mayor porcentaje de captura de ratones (Tabla XXIV).

Tabla XXIV. Análisis de regresión entre la captura de ratón y abundancia relativa de víbora.

Coefficientes

	cuadrados	Estándar	T	
parámetros	Estimación	Error	estadística	Valor de P
Intercepto	2957.69	413.838	7.14697	0.0000
Pendiente	-292.589	83.2507	-3.51455	0.0038

Análisis de varianza

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrada	F	Valor de P
Modelo	9.55237E6	1	9.55237E6	12.35	0.0038
Residuales	1.00534E7	13	773342.		
Total (Corr.)	1.96058E7	14			

Coefficiente de correlación = -0.698012 , $R^2 = 48.7221\%$, error estándar del estándar. = 879.399 ,

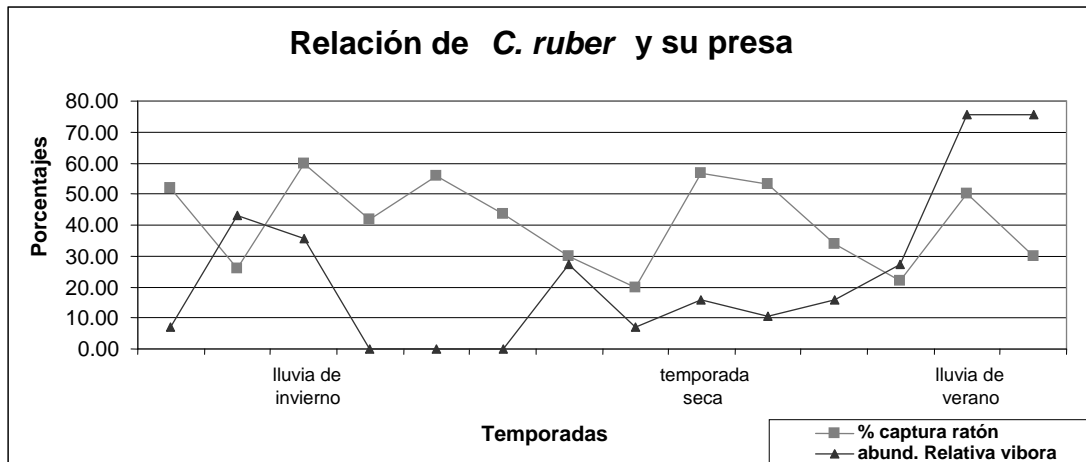


Figura 21. Muestra la relación inversamente proporcional entre abundancia relativa de serpientes y porcentaje de captura de ratones en cada uno de los muestreos realizados en el año.

Entre sitios se noto diferencia en la abundancia de roedor con respecto a la abundancia relativa de víbora, mientras que en el sitio 1 la interacción entre presa predador se ve clara solo en temporada de lluvias de verano, en el sitio 2 la interacción es mayor y se ve durante todo el año (Fig. 22).

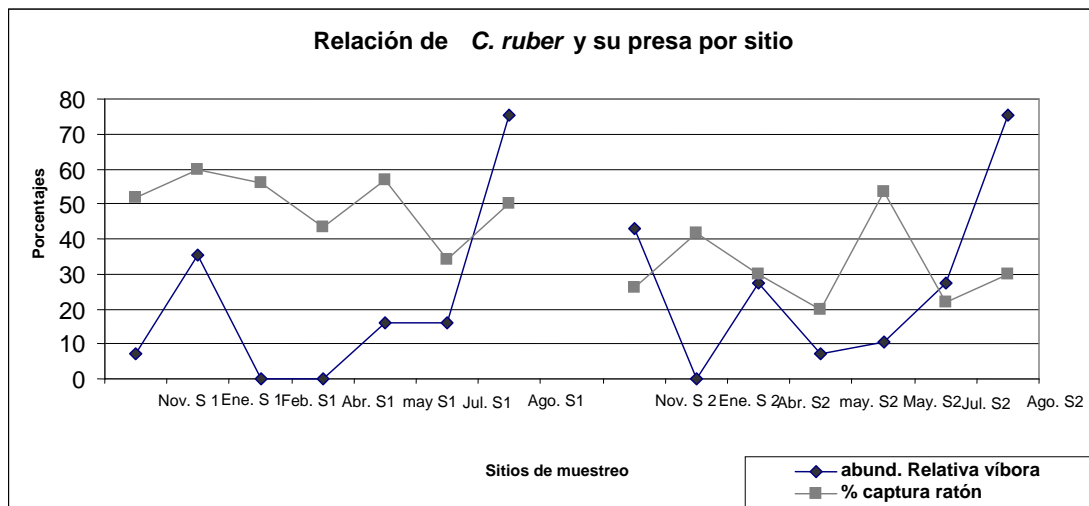


Figura 22. Relación de abundancia de *C. ruber* y sus presas. Muestra la diferencia entre sitios en la relación del porcentaje de captura de ratón contra la abundancia relativa de víbora.

6.7 Preferencias de hábitat

6.7.1 Desplazamiento

Los muestreos de vegetación con líneas de Candfield mostraron que el 60.7% del suelo se encontró sin vegetación; las especies que representaron mayor cobertura en el estudio fueron *Jatropha sp* y *Krameria*

sp; con porcentajes de 16.1% y 8.8% respectivamente sin embargo las plantas mas utilizadas para desplazarse fueron *Condalia sp.* y *Cyrtocarpa sp.* (Fig. 23)

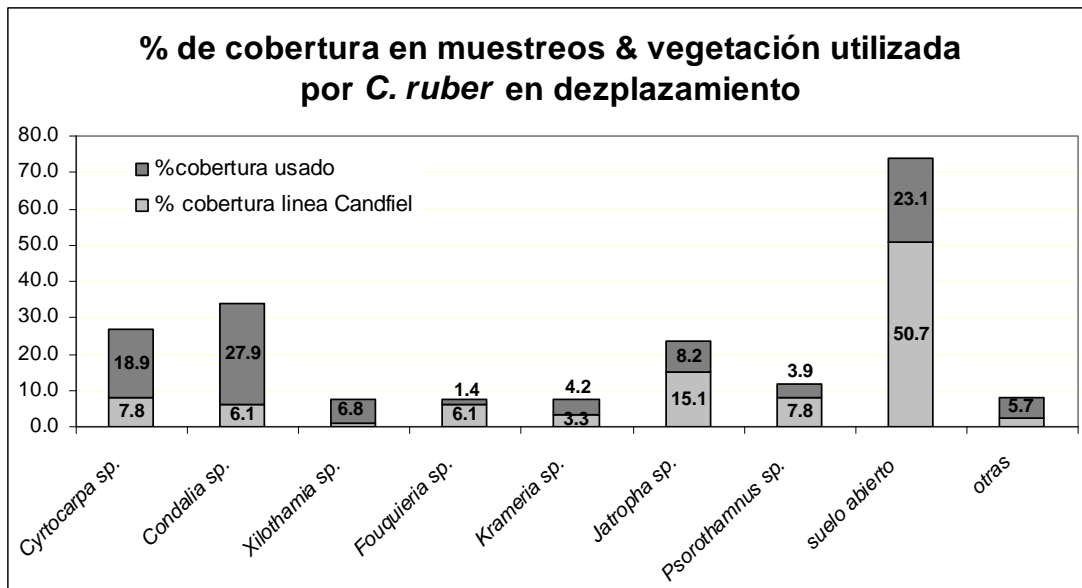


Figura. 23.- Comparación de porcentaje de cobertura utilizada por *C. ruber* durante los desplazamientos contra los porcentajes de vegetación obtenidos en los muestreos con líneas de Candfield donde se puede observar preferencias en su desplazamiento por *Cyrtocarpa sp* *Condalia sp.* y *Xilothamia sp.* así como rechazo por *Jatropha sp.* *Psoralea sp.* y *suelo abierto*.

6.7.2 Refugio de *C. ruber*

El muestreo de refugios disponibles dio como resultado un total de 299 lugares de refugio potencial entre bases de tronco, hoyos en el suelo y madrigueras de *Neotoma lepida*, de estos 3 tipos el refugio más disponible

fueron las bases de los troncos (50%), seguido por hoyos en el suelo representando un 34%(103) y por último 15% de madrigueras de *Neotoma lepida*.

El 46% de las ocasiones encontramos víboras inactivas en madrigueras de *Neotoma*, el 29% bajo cobertura, el 12% en bases de troncos y solo el 9.6 % en hoyos en el suelo, reflejando con ello una preferencia por las madrigueras (Fig. 24)

La diferencia de refugios disponibles entre sitios no fue significativa ($t = -0.12664$ $P = 0.900375$; $W = 2.0$ $P = 0.930862$; $K-S = 0.408248$, $P = 0.996255$), sin embargo la diferencia de refugios disponibles entre los cuadrantes en donde hay víboras y los cuadrantes donde no hay si fue significativo ($t = 2.35059$ $P = 0.0281196$; $F = 3.60853$ $P = 0.0437523$; $W = -33.5$ $P = 0.0563162$; $K-S = 1.02062$ $P = 0.249269$) habiendo un mayor porcentaje de refugios en los cuadrantes en donde anteriormente habíamos encontrado víboras (36% de refugios disponibles para cuadrantes con ausencia de víboras contra 64% en cuadrantes con presencia de víbora).

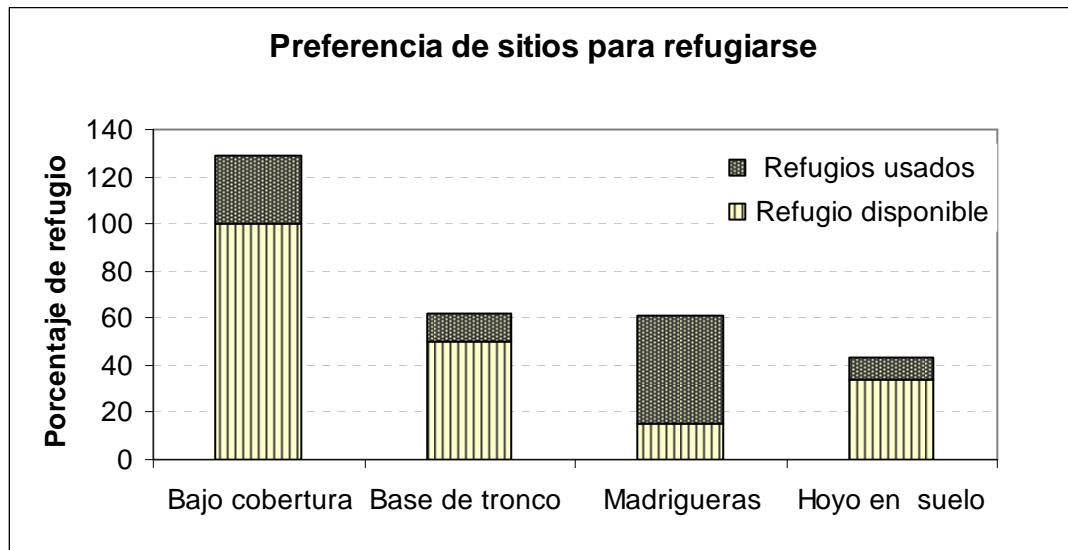


Figura 24. Muestra las preferencias de *C. ruber* para refugiarse mientras se encuentra inactiva en una comparación del recurso disponible contra el recurso usado

Con respecto a la vegetación utilizada se observó que *Condalia* sp. además de ser importante para su desplazamiento lo es también para sus diferentes actividades como tomar el sol, caza, o refugio ya que el 48 % de nuestras observaciones fueron encontradas bajo la cobertura o cerca de *Condalia* sp. seguido de *Xilotamia* sp. con un 22% y *Cyrtocarpa* sp y *Krameria* sp. con un 8% (Fig.25)

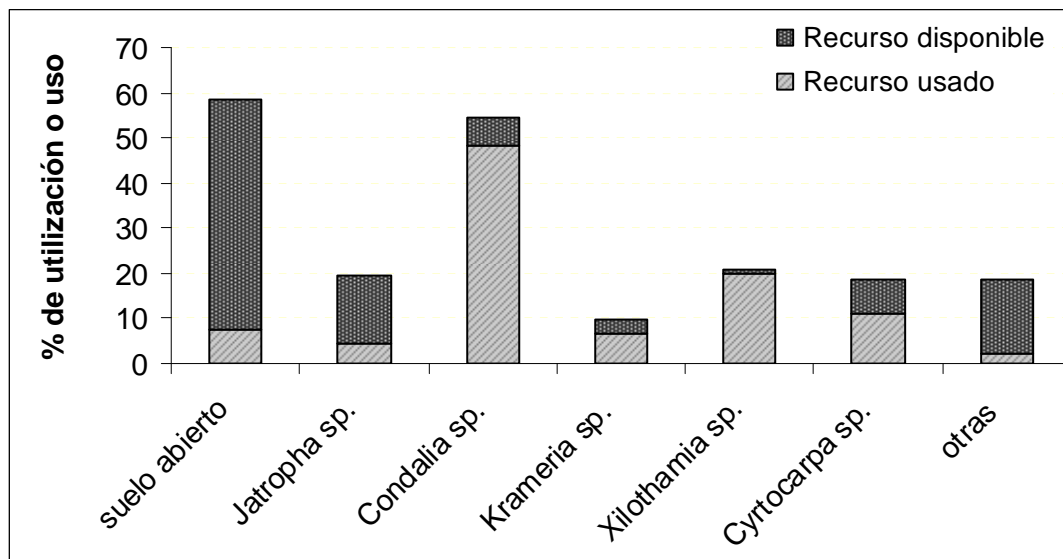


Figura 25.- Preferencia por vegetación. En esta grafica se muestra las comparaciones de los recursos disponibles determinados mediante línea de Candfield y los usados por la víbora. *Condalia sp.*, *Krameria sp.* y *Xilothamia sp.*, son las especies mas utilizadas por *C. ruber* a pesar de que en los muestreos no fueron tan representativas.

7. Discusión

Por los eventos relacionados a la reproducción que nos toco presenciar y los juveniles vistos solo en la temporada de invierno, se puede inferir que *C. ruber* en El Mogote coincide con los patrones reproductivos vistos por otros autores (Aldridge y Duvall, 2002; Grismer, 2002; Stebbins, 2003; Brown *et al.*, 2008) que indican el periodo de cortejo de abril a mayo, el periodo de gestación de junio a septiembre y los nacimientos en septiembre, nosotros no presenciamos nacimientos ni neonatos porque no hubo muestreos en los meses de septiembre y octubre, sin embargo 3 juveniles de 31 a 38 cm fueron vistos en noviembre y enero, estas tallas sugieren que nacieron en la temporada de lluvias de verano, que comprende de junio a septiembre sin poder asegurar el mes de su nacimiento.

Dimorfismo sexual

Al graficar longitud cloaca-cola y longitud hocico cola, todos los machos se encontraron por encima de las hembras, lo que indica que los machos tienen colas mas largas que las hembras como lo explica Boyer (1957).

Los promedios de peso y talla entre machos y hembras difiere por 59 mm y 50 gr lo cual fue estadísticamente significativo coincidiendo con lo reportado para otras 21 especies de cascabel (Shine, 1994). Sin embargo la

diferencia en tamaños entre machos y hembras no es un factor determinante para la diferencia en el uso de hábitat, patrones de actividad o desplazamiento (Goode 2008).

Proporción de sexos

Los machos son más activos en las temporadas de lluvia de invierno y temporada seca en comparación con las hembras. Las hembras incrementan solo en temporada de lluvias de verano a finales de agosto principio de septiembre. Estas diferencias en patrones de actividad han sido documentadas por varios autores que indican mayor desplazamiento, mayores rangos de área de actividad y diferentes periodos de actividad. Por ejemplo, Madesen (1984) reporta que machos de *N. natrix* aumentan su actividad en temporada de reproducción de mayo a junio y las hembras son más activas en julio. Goode (2008) menciona un mayor ámbito hogareño en machos de *C. tigris* que en hembras, existiendo una actividad más marcada en machos correspondiente a la temporada de lluvias de verano donde existe una actividad marcada en machos.

Las diferencias de abundancia entre hembras y machos por temporada son un indicio de que existe una diferencia en la utilización de los recursos de acuerdo al sexo y a la temporada como lo han reportado otros autores (Shine, 1986 Reinert, 1984b; Fitch y Shirer, 1971).

Ávila (2005) reporto para *C. catalinensis* un incremento de hembras en agosto sin registrarse hembras gestantes, el incremento de las hembras en lluvia de verano coincide con la temporada de nacimientos lo que apoya la teoría de que las hembras son mas activas después de parir, y la poca cantidad de hembras encontradas en temporada de invierno y la temporada seca (época de apareamiento) sugiere que las hembras son mas sedentarias que los machos principalmente en temporada reproductiva concordando con lo reportado por otros autores (Fitch y Twining 1946; Reinert y Kodrich 1982; Weatherhead y Prior, 1992, Ashton y Patton 2001).

Talla y peso

Comparadas con *C. ruber* de otros sitios como California, incluso en áreas aledañas, las víboras muestreadas en El Mogote son de tallas y pesos menores (Grismer, 2002; Dugan, 2008; Brown, 2008). El macho más pesado y grande reportado en este trabajo tuvo una talla total de 1040 mm con un peso de 555 g. La talla hocico-cola promedio de adultos fue de 886mm con un peso promedio general de 397.7 g. Campbell y Lamar (1989) mencionan tallas de hasta 1620 mm. Otros autores, como Dugan *et al.*, 2008 reportaron para siete machos de *C. ruber* un rango de longitud hocico-cloaca de entre 980 mm a 1560 mm. Brown *et al.*, (2008) reporta un peso promedio para 17 víboras, entre machos y hembras de 800 g.

Son muchas las causas que pueden influenciar el tamaño de los ejemplares en El Mogote y con seguridad, es una combinación de varios factores lo que provoca una disminución en las tallas y pesos. La alimentación, como lo menciona Barnett y Schwaner (1985) o Greene (1996) en este caso no es un factor, ya que los ejemplares de esta localidad pueden alimentarse de presas tan grandes como de las que disponen sus parientes peninsulares o de California, como por ejemplo, *Neotoma sp.*, y crías de liebres (Klauber, 1972).

Una relación entre talla y latitud a sido encontrada en muchos grupos (Mayr, 1956). Algunos autores sugieren una relación inversa entre latitud y talla (Lindsay, 1966; Ashton, 2001). Brown *et al.*, (2008) y Dugan *et al.*, (2008) trabajaron a latitudes mayores a los 30° mientras nosotros a latitudes de 24° lo que implicaría lo contrario, a menores latitudes menores tallas. Por otra parte, a las mismas latitudes (24°) se encuentran tallas de *C. ruber* de más de un metro (com. pers. Arnaud, 2008) con mayor facilidad que en El Mogote. Ashton (2001) encontró que *C. oregonus* es mas pequeña en ambientes fríos y estacionales y *C. viridis* es más grande en sitios fríos y estacionales, debido a estas ideas contrapunteadas sugiere que la diferencia de tallas en las poblaciones esta más relacionada con la tasa de mortalidad de las dos poblaciones.

El Mogote esta conectado a la península por una franja de tierra de .3 km, esta característica geográfica limita el recambio genético entre las poblaciones del Mogote y las poblaciones peninsulares. Si tomamos en cuenta lo expuesto por Ashton (2001) la reducción en el tamaño de talla de estas poblaciones puede estar sujeto a la alta tasa de mortalidad de *C. ruber* en El Mogote. Las actividades turísticas y el transporte en el área se han incrementado de manera considerable en los últimos años, esto ha ocasionado un aumento en las interacciones del hombre con la víbora. Lo que implica que los ejemplares de mayor edad y talla pudieron haber sido eliminados a causa de las interacciones negativas, como lo demostró Pregill (1986). En individuos del orden Squamata en islas y afirmo Boback (2003). Por otra parte el 73% de la muestra son adultos jóvenes o juveniles, el resto de la muestra (6 hembras 2 machos) son adultos de mayor edad y la mayoría son hembras que debido a su sedentarismo se exponen menos a la depredación que los machos. Esto indica una alta mortalidad de individuos de tallas grandes.

Ecología térmica

C. ruber en El Mogote es activa únicamente en la noche ya que el 100% las encontramos desplazándose o en posición de caza, en comparación con el horario matutino, donde solo una víbora se encontró desplazándose, el resto estaban refugiadas o reposando bajo cobertura vegetal. Esto concuerda con lo reportado con Campbell y Lamar (2004) que

menciona que en lugares extremos *C. ruber* se vuelve nocturna, esto tiene una explicación en función de la ecología térmica de la especie.

El horario de encuentro de víboras fue de 18:00 a 23:00 horas siendo el horario de mayor frecuencia o preferido por las víboras para realizar sus actividades de 19:45 a 20:30 horas. En este horario las temperaturas corporales de la víbora, a un lado de la víbora, bajo cobertura, e inclusive del suelo descubierto se encuentran en el rango de temperatura corporal común para la actividad de *C. ruber* (20°C a 34°C ($X=24.9$)). Este rango ha sido reportado para otras 15 serpientes (Lillywhite, 2001). Beck (1995) reporto un promedio de temperatura corporal de actividad de 29.5 °C para *C. tigris*, *C. molossus* y *C. atrox*. El ser tan selectivas con el horario en el cual se encuentran activas les provee de una amplia gama de sitios con temperaturas preferenciales lo que les permite desplazarse y acechar en mayor número de sitios sin comprometer su termorregulación.

La diferencia entre víboras activas e inactivas se observa al correlacionar la temperatura corporal de la víbora contra la temperatura ambiente. La temperatura a un lado de la víbora, la temperatura del suelo bajo cobertura vegetal y la temperatura del suelo sin cobertura vegetal. Al estar activas todas las variables se correlacionan con la temperatura de la víbora. Al estar inactivas, la temperatura de la víbora solo se correlaciona con la hora del día y con la temperatura a un lado de la víbora. Esto indica que aunque estén inactivas siguen buscando sitios con temperaturas

óptimas. Otra diferencia es que los promedios de estas variables cuando las víboras están activas varían 1.2°C entre si (los promedios van de 23.7 a 24.9 ver tabla XIII) en comparación a cuando las víboras están inactivas donde los promedios entre si varían hasta 15 °C, siendo el suelo sin cobertura vegetal el que marca esta diferencia con un promedio de 40°C (ver tabla XV). Lo que indica que la temperatura del suelo sin cobertura vegetal es el factor determinante para la actividad de *C. ruber*. Lo anterior fue documentado por Whitaker y Shine (2002) con *Pseudonaja textilis* reportando que la temperatura del suelo sin cobertura vegetal debe tener 25.6 ° C para que la víbora comience sus actividades.

El hecho de que el 83% de las víboras se encontraron inactivas cuando el suelo registró temperaturas por encima de los 26° y que ninguna víbora fuera encontrada en suelo descubierto a más de 35°C, indica que la temperatura máxima voluntaria se encuentra por encima de los 35° C, como lo reporta Huey y Peterson (1989) concordando con el rango de temperatura corporal preferida de *C. ruber* (24° a 26° C).

Abundancia y actividad

La mayor abundancia de víboras se encontró durante los meses de agosto y septiembre, que corresponden con el verano húmedo, y concuerda con lo reportado por Gibbons y Semlitsch (1987) y Avila (2005) para *Crotalus catalinensis* en la isla Santa Catalina, México.

En contraste, Grismer (2002) reporta que en la Sierra Libertad en Baja California, *C. ruber* presenta mayor actividad entre los meses de marzo a mayo, mientras que entre noviembre y febrero los adultos son raramente vistos. La relación entre temperatura ambiental y abundancia relativa de esta especie podría explicar que la actividad de la víbora se presente en momentos distintos entre el Mogote y la Sierra de Libertad; que el Mogote se encuentre a nivel del mar y la Sierra presente mayores elevaciones, implica un cambio en los patrones climatológicos. Otros autores reportan un aumento en la abundancia alrededor de los mismos meses para otras especies, por ejemplo, Beck (1995) que en Arizona existe un aumento en la actividad entre julio y octubre para *C. atrox*, *C. molossus* y *C. tigris*. Moore, (1978) reporta que en California se presenta una mayor actividad entre mayo y octubre para *C. cerastes*.

En relación al patrón de actividad de *C. ruber*, Dugan *et al.* (2008) reporta un solo pico de actividad, este estudio en cambio mostró dos picos de actividad, uno en lluvias de invierno y otra en lluvias de verano (agosto y septiembre) esto posiblemente se debe a que las temperaturas ambientales y la precipitación propia de la temporada de invierno permiten la actividad de *C. ruber*. Prival *et al.* (2002) documentaron un incremento de *C. pricei* en Arizona relacionado con la precipitación y Halama *et al.* (2008) indica que la precipitación es de los factores más asociados con la distribución de *C. ruber*.

Como se muestra en la grafica 21, la abundancia relativa de serpientes esta relacionada inversamente con la abundancia de alimento, lo que significa que la abundancia de *C. ruber* ocasiona una disminuci3n en las poblaciones de roedores y deja claro la importancia de este recurso para la actividad de *C. ruber*. Acorde con lo que concluy3 Moore (1987) que indica que el incremento en la abundancia de *C. cerastes* y *C. mitchelli* se debi3 a un aumento en su alimentaci3n. Con estas referencias se puede concluir que en este estudio la abundancia en temporada de lluvia de verano se debe a que incrementan su alimentaci3n y a las precipitaciones.

La diferencia de actividad de las v3boras que se percibe entre sitios se puede explicar debido la cobertura vegetal, la mayor cobertura que presenta el sitio 2 y el tipo de especies arbustivas que son de cobertura amplia y cerrada como *Condalia* sp., *Xilotamia* sp. y *Krameria* sp., le confiere al sitio mayor superficie con rangos de temperatura preferenciales por periodos de tiempo mas amplios, esto se traduce en mayor tiempo de asecho y un mayor 3xito de caza (Peterson *et al.*, 2001).

Desplazamiento

El promedio de desplazamiento por d3a de 28.9 m diarios difiere del promedio publicado por otros autores, Brown *et. al.*, (2008) reportan un promedio de desplazamiento de 5.0m por d3a y Dugan *et. al.*, (2008) reportan 5.97 m durante la temporada activa, esta diferencia pueden ser debido a

diferentes condiciones ambientales, así como a la abundancia de presas y calidad del hábitat.

C. ruber tiene una alta fidelidad a los sitios (Tracey, 2005), esto se detectó con el método del carrete, ya que generalmente las víboras salieron de su refugio, se desplazaron de 5m a 79m en una noche y regresaron al mismo lugar. Mientras que con desplazamiento de rastro obtuvimos una suma total de desplazamiento de todos los individuos de 2199m, con desplazamiento total obtuvimos un total de 1344 m, esto es un reflejo de las desventajas que se tiene con la telemetría ya que no es tan detallada y minuciosa a la hora de describir el desplazamiento de un individuo o los recursos utilizados

El desplazamiento de *C. ruber* (16.99 a 32.84 m/d, $X=27.52\text{m/d}$) con respecto al de otros crotálicos indica que no es una especie tan sedentaria como Dugan *et. al.*, (2008) reporta, si bien los promedios de desplazamiento por día no son tan grandes como los documentados por Beck (1995) para *C. atrox* (50.8) o *C. molossus* (42.9 m/d), si se compara con los promedios de desplazamiento diarios de *C. tigris* (32.9 m/d) en temporada de actividad, inclusive el promedio de desplazamiento en temporada de actividad de *C. ruber* (32.4 m/d) se encuentra por encima del promedio de *C. oreganus halleri* (23.9 m/d) (Dugan *et al.*, 2008).

La temporada de mayor desplazamiento fue invierno, seguido de la temporada de lluvias de verano sin haber diferencias estadísticas de desplazamiento entre estas dos temporadas, siendo la temporada seca la de menor desplazamiento y la única diferente con respecto a las otras dos temporadas, Goode (2008) indica que los machos se mueven mas en años con mayor precipitación por lo que probablemente el régimen de lluvias sea la explicación al incremento del desplazamiento.

Se ha reportado que el desplazamiento de los machos es mayor que el de las hembras, en este estudio *C. ruber* no fue la excepción Brown *et al.* (2008) documento esa misma diferencia con esta especie y Goode (2008) reporto que los machos de *C. tigris* tienen rangos de actividad mas amplios que las hembras, al igual que Gannon y Secoy (1979) lo reportaron para *C. viridis*. Goode (2008) explica que la diferencia en rangos de actividad entre machos y hembras esta relacionado con la dinámica de reproducción, ya sea el encontrar pareja o el periodo de gestación, otros autores que comparten la idea de que la búsqueda extensiva de hembras afecta dramáticamente el comportamiento son Duvall *et al.* (1992) y Brown *et al.* (2008)

Entre sitios se puede ver que durante las tres temporadas los promedios de las sumatorias son mayores en el sitio 1 en comparación con el sitio 2 habiendo diferencias estadísticas significativas, pero los promedios de las medias de desplazamiento son los mismos entre temporadas con excepción en la temporada de lluvia de verano, esto indica que en promedio

las víboras del sitio 1 se desplazan lo mismo que las del sitio 2, pero sus recorridos por movimiento son mas largos.

Otro de los factores que influyen en los patrones de actividad y el desplazamiento entre sitios es la cobertura vegetal, esto se ejemplifica con la tendencia de *C. ruber* por desplazarse bajo la cobertura vegetal (76.8% de los desplazamientos por entre la cobertura) y apoya la teoría de algunos autores (Anderson *et al.*, 1997; Stephen y Anderson 2001) que explican que las víboras viajan en patrones óptimos que maximizan la eficiencia para localizar sus recursos, disminuyendo los riesgos del entorno. Por otra parte Tracey (2002) indica que a paisajes mas complejos, el desplazamiento disminuye, estas dos proposiciones explican el porque en el sitio 2 existe menores desplazamientos que en sitio 1.

Alimentación

La mayor cantidad de víboras con evidencia de alimentación se encontró durante el verano, sin embargo fue la temporada de menor porcentaje de captura de ratón y viceversa la temporada con menos víboras alimentadas fue la de mayor éxito de captura, esto indica que la abundancia de presa no influye en la actividad de *C. ruber*, entre sitios la alimentación fue diferente.

El patrón de alimentación y el éxito de caza son diferentes para ambos sitios, en la figura 22 se observa que mientras en el sitio 2 las víboras se alimentan durante todo el año, las del sitio 1 se alimentan principalmente durante el verano, siendo el sitio 2 el que tiene un porcentaje de alimentación mayor.

Esto se puede explicar en base a la diferencia de cobertura entre los sitios, ya que el sitio 2 mantiene temperaturas de sustrato más estables que el sitio 1, esto da un rango de temperaturas óptimas más amplio que permite a las víboras emboscar a sus presas, alimentarse y digerir alimento (Slip y Shine, 1988) habiendo una ventaja alimenticia.

Por otra parte se ha visto una relación bastante fuerte entre los sitios de emboscada de las víboras y los arbustos, ya que los arbustos corresponden a los sitios de alimentación de los ratones lo que aumenta la probabilidad de cazar (Bouskila, 2001) esto concuerda con lo visto en este estudio ya que en ambos sitios se encontró que las víboras prefieren especies arbustivas para emboscar, el hecho de que en sitio 2 exista mayor abundancia de arbustos de alta preferencia para las víboras explica porque el porcentaje de alimentación en el sitio 2 es mayor en el sitio 1.

Las hembras en el estudio mostraron un mayor porcentaje de alimentación que los machos, en especial durante agosto y septiembre; Goode (2008) indica que los machos se alimentan menos en el verano en

época reproductiva en comparación con la primavera y otoño. Cardwell (2008) menciona que en la temporada de apareamiento los machos anteponen la búsqueda de hembras a la alimentación y que esa es la principal razón en el dramático incremento de movimiento, al parecer nuestros datos concuerdan mas con la precipitación ya que la temporada seca que concuerda con la época de apareamiento registro le menor desplazamiento.

Preferencias de hábitat

Pudimos observar una preferencia tanto al desplazarse como para refugiarse en una vegetación en particular como la *Condalia* sp., *Cirtocarpa* sp., *Xilotamia* sp. y *Krameria* sp. Lo que tienen en común estas especies es que son plantas arbustivas, de cobertura muy cerrada con excepción del ciruelo, aun así, el crecimiento de este árbol en El Mogote mas bien arbustivo, ya que las ramas arrastran hacia el suelo dejando oquedades entre las ramas y el suelo, que son utilizados por las víboras para refugiarse. El hecho de que prefieran desplazarse por entre la cobertura también tiene su explicación en función de la protección contra depredadores que la vegetación ofrece y también como ya lo habíamos planteado, en función de la temperatura estable que la vegetación pueden mantener, esto interpretado a partir de la correlación perfecta entre la temperatura bajo cobertura y la actividad de la víbora. Esta selección de vegetación que hace la víbora ayuda

a conservar su temperatura corporal optima sin esfuerzo. Si a esto le aunamos la protección en contra de depredadores por lo cerrado de la cobertura y las espinas como es el caso de *Condalia* sp. Y a demas el hecho de que en esos arbustos se encuentra el alimento, se puede comprender porque tanto para desplazarse como para refugiarse prefieren este tipo de vegetación, ya que un solo arbusto le provee a la víbora termoestabilidad requerida, refugio seguro y alimento, recursos que son críticos para las serpientes (Reinert y Zappalorti, 1988). Dugan *et al.* (2008) y Brown *et al.* (2008) coinciden con la preferencia de *C. ruber* por una vegetación especifica como los parches de *Opuntia*, aunque en ambos trabajos no determinaron la disponibilidad de cada recurso por lo que no se puede saber el grado de predilección.

C. ruber tiene una preferencia marcada por refugiarse en madrigueras de *Neotoma lepida*, en contraste Brown *et al.* (2008) reporta que el 57 % de las observaciones estuvieron asociadas con rocas y solo el 8% con madrigueras de *Neotoma* sp. Otros autores también han reportado que el hábitat preferido de esta especie son parches de cactus del genero *Opuntia*, chaparral, o rocas (Kaubert, 1997; Grismer 2002; Stebbins 2003 Dugan *et al.*, 2008) pero no hacen especificación en el tipo de refugio que utilizan para resguardarse. Beck (1995) clasificó y estimó la proporción de cada hábitat disponible y comparó contra lo usado por tres especies de víboras, este contraste indicó que las víboras no usan los habitat en la misma proporción.

En cuestión de refugios Beck (1995) reportó que tanto las rocas como los arbustos están altamente asociados con las víboras pero no se sabe que tan disponibles están cada uno de los tipos de refugio, debido a esto no se pueden establecer que existen preferencias. Sin embargo también encontró un uso común de las madrigueras de *Neotoma* sp., para *C. molosus*, *C. tigris* y *C. atrox* en donde solo esta ultima mostró un mayor uso de las madrigueras. Las madrigueras de *Neotoma* sp., no son tan comunes como los arbustos o las rocas, por lo tanto el hecho de que sea frecuente verlas en madrigueras nos dice que hay una preferencia por estos sitios con más certeza a los arbustos o las rocas.

Por otra parte Huye y Peterson (1989) indican que las víboras bajo rocas mantienen la temperatura corporal en rangos preferenciales por mas tiempo de lo que seria posible bajo superficie o en madrigueras, pero las piedras en el mogote no es un recurso disponible, por lo que no tuvimos la oportunidad de evaluar la predilección por este recurso y compararlo contra las madrigueras de *Neotoma* sp.

Respecto a los recursos disponibles entre sitios se puede decir que el sitio 2 mostró una mayor abundancia general (152 refugios) y mayor número de madrigueras de *Neotoma* sp. y hoyos en el suelo, el sitio 1 solo supera al sitio 2 en la cantidad de bases de tronco disponibles, esta diferencia a pesar de que estadísticamente no es significativa nos muestra que el sitio 2 provee

de un mayor número de refugios. Probablemente no fue significativo por el método que se utilizó para realizar el muestreo ya que en cada sitio se escogieron arbitrariamente un cuadrante en el cual había víboras y otro en el que no, esto homogeniza los datos y no permite que sobresalgan las diferencias entre sitios de muestreo. Por otra parte el hecho de que en los cuadrantes que si hubo presencia de víboras haya más refugios que en los cuadrantes donde no hubo víboras indica que estos animales seleccionan los sitios de mayor abundancia de refugio.

8. Conclusiones

La serpiente de cascabel C. ruber es activa todo el año, con un incremento en su actividad en agosto y septiembre, que corresponde a la temporada de lluvias de verano, este incremento de actividad se reflejó en un mayor porcentaje de alimentación, mayor desplazamiento y mayor abundancia relativa.

En relación al patrón de actividad diario se puede concluir que *C. ruber* es de hábitos nocturnos durante todo el año.

Las temperaturas corporales de *C. ruber* van desde un mínimo voluntario de 15°C a un máximo voluntario de 34°C con un rango de temperaturas preferenciales mientras esta activa de 24 a 26°C ($X= 24.9$)

Los mayores desplazamientos de *C. ruber* (32.4 m/d), ocurren durante la temporada de lluvias de invierno.

La especie tiene una alta fidelidad a los sitios de refugio, las hembras son más sedentarias que los machos y existe una preferencia por el desplazamiento bajo cobertura habiendo una relación inversa entre el desplazamiento y la cobertura.

Existe una correlación inversa entre la abundancia de roedores y la abundancia de víboras lo que sugiere que la actividad de *C. ruber* no depende de la abundancia de las presas.

C. ruber tiene una alta preferencia por las madrigueras de *Neotoma lepida*.

Los manchones de *Condalia* sp., fueron importantes tanto para resguardarse como para los desplazamientos, otras especies de importancia para la especie son: *Citocarpa* sp., *Xilotamia* sp. y *Krameria* sp.

Los factores determinantes para la actividad de *C. ruber* fueron la temperatura del suelo descubierto, la temperatura bajo cobertura la precipitación, y las especies vegetales arbustivas

La información resultante de esta investigación puede ser utilizada para tomar decisiones en el manejo y conservación de *C. ruber* en El Mogote.

Una de las medidas que se recomienda establecer para evitar la interacción negativa entre humano y víbora es disminuir las actividades al aire libre en los meses de junio a septiembre de 18:00 a 23:00 horas.

LITERATURA CITADA

- Adolph, S. C. and W. P. Porter. 1993. Temperature, activity and lizard life histories. *Amer. Nat.* 142: 273-295.
- Aldridge, R.D. and D. Duvall. 2002. Evolution of the mating season the pitvipers of North America. *Herpetol. Monogr.* (16):1-25.
- Álvarez, Cárdenas., S., P. Galina Tessaro, A. González Romero and A. Ortega Rubio. 1989. Herpetofauna, p. 167-184. *In* L. Arriaga and A. Ortega (eds.), *La sierra de la Laguna de Baja California Sur*. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur, México.
- Andren, C. 1982. Effect of prey density on reproduction, foraging, and other activities of the adder, *Vipera berus*, *Amphibia-Reptilia* . 3:81-96.
- Anderson, J.P., D.W. Stephens and S.R. Dunbar. 1997. Saltatory search: a theoretical analysis. *Behavioral ecology*. 8:307-317.
- Angilletta, M.J., Jr., P. H. Niewiarowski, and C. A. Navas. 2002. The evolution of thermal physiology in ectotherms. *J. Therm. Biol.* 27, 249-268.
- Arnaud, G., M. Martins., L. Burguete-Trujillo., I. Hernández-Rodríguez., H. Ávila-Villegas., R. Murillo-Quero y A. Quijada-Mascareñas. 2008. Historia natural de la serpiente de cascabel *Crotalus catalinensis*, endémica de las isla Santa Catalina, Golfo de California, México. pp. 83-90. *En*: Flores-Campaña, L.M. (ed.). *Estudios de las Islas del Golfo de California*. Universidad Autónoma de Sinaloa-Gobierno del Estado de Sinaloa-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México. 221 pp.
- Arnaud, G., M. Martins. 2006. Metodología para estudios de uso de hábitat de serpientes de cascabel. Resúmen IX reunión Nac. Herpetología: 92. Monterrey, México.

- Ashton, K. G. 2001. Body Size Variation among Mainland Populations of the Western Rattlesnake (*Crotalus viridis*) Evolution, Vol. 55, No. 12 (Dec., 2001), pp. 2523-2533
- Ashton, K. G. and Tim M. Patton. 2001. Movement and Reproductive Biology of Female Midget Faded Rattlesnakes, *Crotalus viridis* concolor, in Wyoming Copeia, Vol., No. 1 (Feb. 16, 2001), pp. 229-234
- Avila, H. 2005. Aspectos Ecológicos de la Serpiente de Cascabel de la Isla Santa Catalina *Crotalus catalinensis*, Golfo de California, Mexico. Centro de Investigaciones Biologicas del Noroeste, S.C. Tesis.
- Barnett, B. and T. D. Schwaner. 1985. Growth in captive born tiger snakes (*Notechis ater serventyi*) from Chappell Island: implications for field and laboratory studies. Trans. R. Soc. So. Aust 109:31–36.
- Beaman, K., W. Hayes. 2008. Rattlesnake Research Trends and Annotated Checklist in W. K. Hayes, K. R. Beaman, M.D. Cardwell, and S.P. Bush, The Biology of Rattlesnakes. Lomalinda University Press. Lomalinda California.
- Beaman, K. R., E. A. Dugan. 2006. *Crotalus ruber* Cope, Red Diamond Rattlesnake. Catalogue of Amphibians and Reptiles.
- Beck, D. D. 1995. Ecology and energetic of three sympatric rattlesnake species in the Sonoran Desert. Journal of Herpetology. 29(2): 211-223.
- Bestelmeyer, B., J.R. Miller y J.A. Wiens. 2003. Applying species diversity theory to land management. Ecological Applications, 13, 1750-1761.
- Boback, Scott M. 2003. Body Size Evolution in Snakes: Evidence from Island Populations. Copeia 2003(1):81-94.
- BOLFOP; Mostacedo, Bonifacio., Fredericksen, Todd S. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia.

- Bouskila, A. 2001. A habitat selection game of interactions between rodents and their predators. — *Ann. Zool. Fennici* 38: 55–70.
- Boyer, R. 1957. Sexual Dimorphism in a Population of the Westerns Diamond-backed Rattlesnake. Source: *Herpetologica*, vol. 13. No. 3. pp 213-217.
- Brown, T. Lemm., J. Montagne., J. Tracey., J. A. Albert. 2008. Spatial ecology, habitat use, and survivorship of resident and translocated Red Diamond Rattlesnake (*Crotalus ruber*). In *The biology of Rattlesnake*. Loma Linda University Press, Loma Linda, California.
- Bryan, F.J. Manly., L. L. McDonald., D. L. Thomas., Trent L. McDonald., W. P. Erickson. 2002. Resource Selection by animals, Statistical Design and Analysis for Field Studies. Kluwer Academic Publisher. London.
- Burrow, A. Kazmaier., R. Hellgren., E. D. Ruthven. 2001. Microhabitat Selection by Texas Horned Lizard in Southern Texas. *Journal of Wildlife Management*. 65(4):645-652.
- Campbell, H. W. y S. P. Chistman. 1982. Field techniques for herpenofaunal community analysis. *En*: N.J. Scott. Jr. (ed.). *Herpetological communities: a symposium of the Society for the study of Amphibians and Reptiles and the Herpetologist's League*. U.S. Fish Wild. Serv. Wildl. Res. Rep. 13. 193-200.
- Campbell, J. A. y W. W. Lamar. 2004. *The Venomous Reptiles of the Western Hemisphere*, 2 vols. Cornell University Press, Ithaca, New York. xvii pp. +870 pp. + 56 pp.
- Campbell, J. y W. W. Lamar. 1989. *The Venomous Reptiles of Latin America*. Cornell University Press. Ithaca and London.
- Cardwell, M. D. 2008. The reproductive ecology of Mohave Rattlesnakes. *J. Zool.* 274:65-76.

- Canfield, R. 1941. Application of the line-intercept method in sampling range vegetation. *Forestry*, 39: 388-396
- Case, T. J. 2002. Ecology of reptiles. pp 221-271. En: T. J. Case y M. C. Cody (editores). *New island biogeography in the Sea of Cortez*. University California Press. Los Angeles.
- Case, T. J. 1978. A general explanation for insular body size trends in terrestrial vertebrates. *Ecology* 59:3-18.
- Ceballos, G., F. Eccardi. 2004. *Animales de México en Peligro de Extinción*. Edit. Fundación Ingeniero Alejo Peralta y Díaz Ceballos. México. 16p.
- Challenger, A. 1998. *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado, presente y futuro*. CONABIO, Instituto de Biología-UNAM, Sierra Madre. México.
- Chandler, C. R. y P. J. Tolson. 1990. Habitat use by a boid snake, *Epicrates monensis*, and its anoline prey, *Anolis cristatellus*. *Journal of Herpetology*. 24(2): 151-157.
- Chandler, Ray., P. Tolson, 1990. Habitat Use by a Boid Snake, *Epicrates monensis*, and its Anoline Prey, *Anolis cristatellus*. *Journal of herpetology*, Vol. 24. No. 2. pp 151-157.
- CIBNOR. 2006. *Manifestación de Impacto Ambiental para el Proyecto Paraíso del Mar*, La Paz, BCS, México.
- Clements, W.H. y M.C. Newman. 2002. *Community ecotoxicology*. John Wiley and Sons, Chichester, Reino Unido. 336 pp.
- Cope, E.D. 1892. A critical review of the characters and variations of the snakes of North America. *Proc. US. Natl. Mus.* 14: 589-694

- Dugan, E. Figueroa., A. W. Hayes. 2008. Home Range Size, Movements, and Mating Phenology of Sympatric Red Diamond (*Crotalus ruber*) and Southern Pacific (*C. oreganus halleri*) Rattlesnake in Southern California. The biology of Rattlesnake. Loma Linda University Press, Loma Linda, California. Pp 353-364.
- Duvall, D. and G. W. Schuett. 1997. Straight-line movements and competitive mate searching in Prairie Rattlesnakes, *Crotalus viridis viridis*. Anim. Behav. 54:329-334.
- Duvall, D., S.J. Arnold, and G. W. Schuett. 1992. Pit viper mating systems: ecological potential, sexual selection and microevolution, pp 321-336 in: Biology of the pitvipers. J. A. Campbell and E. D. Brodie jr. (eds). Selva, Tyler, Tx..
- Fitch, H. S. and H. Twining. 1946. Feeding habits of the pacific rattlesnake. Copeia 1946: 64-71.
- Fitch, H. S., and H. W. Shirer. 1971. A radiotelemetric study of spatial relationships in some common snakes. Copeia 1971: 118-128.
- Fitch, H.S. 1993. Collecting and life-history techniques. En: Seigel, R.A. y J.T. Collings (eds.). Snakes: ecology and behavior. McGraw Hill, New York. Pp. 143-164.
- Gannon, V. P. S. and D. M. Secoy. 1985. Seasonal and daily activity patterns in a Canadian population of the prairie rattlesnake *Crotalus Viridis viridis* Can. J. Zool. 63: 86-91.
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. UNAM. Instituto de Geografía. México, D.F.
- Garshelis, D.L. 2000. Delusions in habitat evaluation: measuring use, selection, and importance. Pages 111-164 in L. Boitani, T. K. Fuller (dir. de publ.). Research techniques in animal ecology: controversies and consequences. Columbia University Press, New York, New York.

- Gibbons, J.W. and R.D. Semlitsch, 1987. Activity patterns. En: R. A. Seigel., J. T. Collins., y S. S. Novak (eds.). Snakes: ecology and evolutionary biology. McGraw Hill, New York. Pp. 396-421.
- Gibson, A., R. Smucny., D. A. Kollar, J. 1989. The effects of feeding and ecdysis on temperature selection by young garter snakes in a simple thermal mosaic, *Can. J. Zool.*, 67:19-23.
- Goode, M., J.J. Smith and M. Amarello. 2008. Seasonal and Annual Variation in Home Range and Movements of Tiger Rattlesnakes (*Crotalus tigris*) in the Sonoran Desert of Arizona. Pp 327-334 in Hayes; Beaman; Cardwell and Bush eds. The Biology of Rattlesnakes. Loma Linda University Press. California
- Goldberg, Stephen. R. 1999. Reproduction in the red diamond rattlesnake in California: California Fish and game 85(4):177-180.
- Greenburg, D. B. 2002. The ecology of movement and site selection in desert rattlesnakes (*Crotalus mitchellii* and *Crotalus ruber*) of the southwestern United States. Ph.D. Dissertation, University of California, Santa Barbara, California.
- Greene, H. W. 1997. Snakes: The evolution of mystery in nature. Univ. California Press, Berkeley, California. 351 pp.
- Greene, H. and J. A. Campbell. 1992. The future of pitvipers, p. 421-427. In: Biology of the Pitvipers. J. A. Campbell and J. Edmund D. Brodie (eds.). Selva, Tyler.
- 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.
- Grismer, L. 1994^a. The insular herpetofauna of the Pacific coast of Baja California, Mexico. *Herpetol. Nat. Hist.*, 2, 1-10.

- Halama, Kenneth J., A. J. Malisch., T. Tennant., M. Aspell., and J. T. Rotenberry. 2008. Modeling the landscape niche characteristics of the red diamond rattlesnake (*Crotalus ruber*) utilizing a partitioned Mahalanobis D2 statistic: implications for biology and conservation. In *The biology of Rattlesnake*. Loma Linda University Press, Loma Linda, California.
- Hernández-Ibarra X., Luja-Molina V., y Ramírez-Bautista A. 2001. Situación actual de la Herpetofauna del Municipio de Guadalcázar, S.L.P., Mitos, Usos y Costumbres. (041). México.
- Himes, J. Hardy, L. Rudolph, C. S. Burgdorf. 2006. Movement Patterns and Habitat Selection by Native and Reintroduced Louisiana Pine Snake (*Pituophis ruthveni*): Implication for Conservation. *Herpetological Natural History*, 9(2). 103-116 pp.
- Holycross, A. T., C. W. Painter., D. B. Prival., D. E. Swann., M. J. Schroff., T. Edwards, and C. R. Schwalbe. 2002. Diet of *Crotalus lepidus klauberi*(Banded Rock Rattlesnake). *J. Herpetol.* 36:589-597.
- Huey, R. B. 1982. Temperature, physiology, and the ecology of reptiles. In *Biology of the Reptilia*, vol. 12 (ed. C. Gans and F. H. Pough), pp. 25-91. London: Academic Press.
- Huey, R. B., C. R. Peterson., S. J. Arnold, and W. P. Porter. 1989. Hot rocks and not-so-hot rocks: retreat-site selection by garter snakes and its thermal consequences. *Ecology* 70:931-944.
- Jiménez- Illescas, A. R., M Obeso-Nieblas y D. A. Salas de León. 1997. Oceanografía física de la bahía de la paz en: La Bahía de la paz, investigación y conservación. UABCS. Pp. 31-43.
- Keenlyne, K. 1972. Sexual differences in the feeding habitats of *Crotalus horridus horridus*, *J. Herpetol.*, 6:234-237.

- Kenneth, C. and J. Barichivich. 2007. Movements of Large Snakes (*Drymarchon*, *Masticophis*) In North-Central Florida. Florida Scientist. Vol 70. 83-93 pp.
- Klauber, L. M. 1972. Rattlesnakes: Their Habits, Life Histories, and Influence on Mankind. 2nd ed. 2 Vols. Univ. California Press, Berkeley.
- León de la Luz, J. L. 1999. Flora y vegetación de la región del cabo, Baja California Sur. Listados florísticos de México Inst. Biol. Univ. Nal. Aut. Mex. 39pp.
- Lillywhite, H. B. and P. F. A. Maderson. 1982. Skin structure and permeability in: C. Gans and F. H. Pough, eds., Biology of the Reptilia, Vol. 12. Academic, New York, pp. 397-442.
- Lindsey, C. C. 1966. Body sizes of poikilotherm vertebrates at different latitudes. *Evolution* 20:456–465.
- Mackey, B.G. y D.B. Lindermyer. 2001. Towards a hierarchical framework for modelling the spatial distribution of animals. *Journal of Biogeography*, 28, 1147-1166.
- Madsen, T. 1984. Movements, home range size and habitat use of radio tracked grass snakes *Natrix natrix* in Southern Sweden. *Copeia* 1984 :707-713.
- Mattison, C. 2001. *Animal*. Edit. Dorling Kindersley, Londres. 394 p.
- Mayr, E. 1956. Geographical character gradients and climatic adaptation. *Evolution* 10:105–108.
- Minton, S. A. y M. R. Minton 1991. Rattlesnakes and Mexican Folk Medicine. *Herpetological Review*. 22: 116-117.

- Moore, R. G. 1987. Seasonal and daily activity patterns and thermoregulation in the Southwestern Speckled Rattlesnake (*Crotalus cerastes laterorepens*). *Copeia*. 3: 439-442.
- Morris, D.W., 1995. Temporal variation, habitat selection and community structure. *OIKOS*, 59, 303-312.
- Oliveira, M.E. y M. Martins. 2001. When and where to find a pitviper: activity patterns and habitat use of the Lancehead, *Bothrops atrox*, in central Amazonia, Brasil. *Herpetological Natural History* 8(2):1001-110.
- Peterson, Ch. R., A.R.Gibson y M.E. Dorcas. 2001. Snake thermal ecology: the causes and consequences of body-temperature variation. Chapter 7. pp. 241-314. En: Seigel y Collins (eds.). *Snakes Ecology & Behavior*. The Blackburn Press.
- Place, A.J., C.I. Abramson. 2004. A quantitative analysis of the ancestral area of rattlesnakes. *Journal of Herpetology*, 38: 152–156.
- Pregill, G. 1986. Body size of insular lizards: a pattern of Holocene dwarfism. *Evolution* 40:997–1008
- Prival, D. B., M. Goode, D. E. Swann, and C. R. Schwalbe. 2002. Ecology of the Twin-spotted Rattlesnake. *Crotalus pricei*). *J. Herpetol.* 38:598-607.
- Ramírez, Bautista A. y M. C. Arizmendi. 2004. *Crotalus ruber*. Sistemática e historia natural de algunos anfibios y reptiles de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO), Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W013. México. D.F.
- Reinert, H. K. 2001. Habitat selection in snakes. Chapter 6. pp. 201-240. En: Seigel y Collins (eds.). *Snakes Ecology & Behavior*. The Blackburn Press.
- Reinert, H. K. 1984a. Habitat separation between sympatric snake populations. *Ecology*. 65(2): 478-486.

- Reinert, H. K. 1984b. Habitat variation within sympatric snake populations. *Ecology*. 65(5):1673-1682.
- Reinert, H. K. and W. R. Kodrich. 1982. Movements and habitat utilization by the massasauga, *Sistrurus catenatus catenatus*, J. Herpetol. 16:162-171.
- Reinert, H.K. y R.T. Zappalorti. 1988. Timber Rattlesnakes (*Crotalus horridus*) of the Pine Barrens : their movement patterns and habitat preference. *Copeia* 1988(4):964-978.
- Romero, López B. E. 2004. Flora, clasificación y ordenación de la vegetación de la barra arenosa el Mogote, Baja California Sur. 19 pp.
- Russell, A. Mittermeier and C. G. Mittermeier. 1997. Megadiversity Earths, Biologically Wealthiest Nations. CEMEX S.A. pp, 28.
- Rzedowski, J. 1994. Vegetación de México. LIMUSA. México.
- Salinas, Z.C., A. C. Leyva., D.B. Llunch y E.R. Díaz. 1990. Distribución geográfica y variabilidad climática de los regímenes pluviómetros de Baja California Sur México. *Atmósfera*. 3:217-237.
- Schaefer, W. H. 1934. Diagnosis of sex in snakes. *Copeia*. p. 181
- Sinervo, B. 1990. The evolution of maternal investment in lizards: an experimental and comparative analysis of egg size and its effect on offspring performance. *Evolution*, 44: 279-294.
- Secor, S. M. 1992. A preliminary analysis of the movement and home range size of the Sidewinder, *Crotalus cerastes*. Pp. 169-184 in J. A. Campbell and E. D. Brodie, Jr. (eds.), *Biology of the Pitvipers*. Selva, Tyler, Texas.

- Segurado, P. y M. B. Araujo. 2004. An evaluation of methods for modeling species distributions. *J. Biogeogr.* 31: 1555-1568.
- Seigel, R. A. 1986. Ecology and conservation of an endangered rattlesnake (*Sistrurus catenatus*), in Missouri, USA, *Biol. Conser.* 35:333-346.
- Shine, R. 1986. Ecology of a low-energy specialist: food habits and reproductive biology of the Arafura Filesnake (Acrochordidae). *Copeia.* 2: 424-437.
- Shine, R. 1994. Sexual size dimorphism in snakes revisited. *Copeia.* 2:326-346.
- Slip, D. J., R. Shine, 1988. Thermophilic response to feeding of the diamond python, *Morelia s. spilota* (Serpentes: Boidae), *Comp. Biochem. Physiol.*, 89A:645-650
- Stebbins, R. C. 1985. *A Field Guide to Western Reptiles and Amphibians.* Houghton Mifflin Company. Boston, USA.
- Stebbins, R. C. 2003. *A Field Guide to Western Reptiles and Amphibians.* 4th ed. Houghton Mifflin Co., Boston Massachusetts.
- Stephens, D. W. and D. Anderson. 2001. The adaptive value of preference for immediacy; when short sighted rules have farsighted consequences. *Behavioral Ecology*, 12:330-339.
- Tracey, J. A., J. ZHU, and K. CROOKS. 2005. A Set of Nonlinear Regression Models for Animal Movement in Response to a Single Landscape Feature *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, Volume 10, Number 1, Pages 1–18
- Tracey, J. A. 2000. "Movement of Red Diamond Rattlesnakes (*Crotalus ruber*) in Heterogeneous Landscapes in Coastal Southern California," Master's thesis, University of California, San Diego.

Weatherhead, P and K. Prior, 1992. Preliminary Observations of Habitat Use and Movements of the Easter Massauga Rattlesnake (*Sistrurus c. catenatus*). Journal of Herpetology. Vol 26. No. 4. 447-452 pp.

Whitaker, P. B. and R. Shine. 2002. Thermal biology and activity patterns of the eastern brownsnake (*Pseudonaja textilis*): a radiotelemetric study. Herpetologica, 58(4), , 436–452

Wiggins, I. L. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press. Stanford, Cal. 1025 pp.

Anexo I



FORMATO DE BÚSQUEDA

Fecha:	Hora llegada:	Localidad:	Sitio:
Clima: T:	H:	Viento:	Nubosidad:
Fase lunar:			
<hr/>			
Hora de encuentro:	Especie:	Clave sp:	Coordenadas:
Posición:	Enroscada	Estirada sin móv.	Desplazándose
Sustrato:	Arena	Suelo pedregoso	Roca Arbusto (sp y h)
Distancia al arbusto más cercano:	sp _____		
Distancia a restos de vegetación:	_____		
Terreno:	pendiente	meseta	planicie
Tipo de hábitat: _____			
<hr/>			
Sexo:	hembra	macho	no identificada
Medidas:	LHC:	LCC:	LT:
Forma de crotalo: _____			
Tipo de coloración:	_____		Peso: _____
Reproducción:	_____		
Microchip Num.	_____		
Colecta de muestras:	Parásitos externos	Excretas	Escamas
Sangre			
Hora de término de manejo:			
<hr/>			

Comportamiento antes, durante y después de su captura:



Anexo II

Información de los muestreos en campo

Ind.	Fecha	Inicio Muestreo	Termino Muestreo	Inicio manejo	Termino manejo	minutos de manejo	Sitio	Clave	Sp. vegetal usada	Altura m	Ancho	Largo	Arbusto cercano	distancia al arbusto	LHC	LCC	LTcm	Peso	Sexo	Escretas	Crotalo	Edo. Reproductivo	Microchip num.	Postura	Humedad	Temp. ambiente
0	2/2/2007	17:55	20:05	0:00	0:00	0	1	0	0																	
1	2/23/2007	17:25	22:35	19:27	20:30	63	1	1f07	licium	0.90	5.10	7.20	licium	bajo cob	91.0	5.3	96.3	459	2	no	recto	no	68320C0	desplazandose	44.0%	19.2
2	2/23/2007	17:25	22:35	20:30	21:46	76	1	2f07	escobilla	1.10	4.40	3.00	0	bajo cob	86.5	7	93.5	459	1	no	recto	no	6832D9C	desplazandose	45.0%	19.0
3	2/23/2007	17:25	22:35	21:48	22:35	47	1	3f07	ciruelo	1.75	8.20	6.70	0	bajo cob	77.6	6.3	83.9	384	1	no	triangular	no	6831687	enroscada activa	46.0%	14.0
4	11/11/2007	18:00	22:00	19:35	20:40	65	1	2b1107	arena	0.00	0.00	0.00	lomboy	2.3	90	7.5	97.5	360	1	no	triangular	no	683686A	enroscada activa	82.3%	22.1
5	11/12/2007	18:00	22:00	18:25	19:10	45	2	3b1107	bursera	3.10	5.30	8.00	0	bajo cob	75	6	81	295	1	no	triangular	no	6960b04	enroscada activa	74.5%	25.2
6	11/12/2007	18:00	22:00	18:40	19:00	20	2	2nov07	0	0.00	0.00	0.00	ciruelo	1m	29	2	31	15	0	no	un crotalo	juvenil	no pusimos	desplazandose	86.7%	23.6
7	11/12/2007	18:00	22:00	19:50	20:20	30	2	4B1107	licium	1.15	4.80	8.00	0	bajo cob	80	6.6	86.6	400	1	no	triangular	no	683005D	enroscada activa	86.7%	23.6
8	11/12/2007	18:00	22:00	20:21	20:54	33	2	3A1107	arena	0.00	0.00	0.00	bursera	1.40	85	6	91	384	1	si	triangular	no	683037B	enroscada activa	78.4%	24.6
9	1/25/2008	17:30	21:20	19:22	19:40	18	1	1E08	lomboy	2.40	2.60	1.80	lomboy	20cm	35.5	2.4	37.9	73	0	no	3 crotalos	juvenil	696CAA2	enroscada activa	81.9%	17.5
10	1/25/2008	17:30	21:20	20:17	20:45	28	1	2E08	lomboy	3.10	3.80	2.20	lomboy	40cm	76.2	4.8	81	432	2	no	triangular	no	6836FCD	desplazandose	83.3%	17.9
11	1/25/2008	17:30	21:20	21:01	21:20	19	1	3E08	planta victo	1.60	1.50	1.40	0	bajo cob	34.6	2.3	36.9	44	0	si	2 crotalos	juvenil	6831E02	enroscada activa	83.8%	14.9
12	1/26/2008	17:16	20:30	0	0	0	2	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%	0
13	5/4/2007	17:35	22:30	18:22	19:10	48	2	2My07	krameria	0.90	5.60	3.90	0	bajo cob	91.5	6.5	98	544	1	si	triangular	no	69609AB	desplazandose	47.0%	27.8
14	4/18/2008	18:30	21:30	0	0	0	1	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%	0
15	4/19/2008	18:40	23:00	19:25	20:50	85	2	1A-A08	arena	0.00	0.00	0.00	krameria	70cm	77.4	6	83.4	381	1	no	triangular	no	633005-D	enroscada activa	33.2%	25.8
16	4/19/2008	18:40	23:00	22:15	23:18	63	2	2A-A08	licium	2.25	1.00	7.35	0	bajo cob	73	5.5	78.5	306	1	no	triangular	no	682FFB0	enroscada activa	49.9%	20.3
17	4/19/2008	18:40	23:00	22:32	22:54	22	2	2A-B08	ciruelo	2.14	10.00	9.00	0	sobre	76	4.4	80.4	327	2	si	recto	no	6831F05	desplazandose	47.0%	19
18	5/16/2008	19:00	22:00	20:20	21:06	46	1	1My08	escobilla	1.60	10.30	5.00	0	bajo cob	97	7	104	555	1	si	triangular	no	683685D	estirada sin mov.	54.8%	23.9
19	5/17/2008	19:00	22:00	20:25	21:13	48	2	4My08	licium	2.30	12.10	11.50	0	bajo cob	78.8	4	82.8	239	2	no	recto	no	683533C	enroscada activa	58.7%	23.4
20	7/2/2007	18:30	22:51	20:29	21:30	61	1	1JL07	lomboy	1.45	2.15	2.3	lomboy	40cm	78.2	4.5	82.7	334	2	si	triangular	no	6959A3	enroscada activa	75.7%	23.5
21	7/2/2007	18:30	22:51	22:05	22:51	46	1	2JL07	ciruelo	1.85	7.50	7.10	0	0	81	4	85	341	2	si	triangular	no	696D523	enroscada activa	84.40%	22.4
22	7/3/2007	18:30	22:51	19:45	20:50	65	2	3JL07	licium	2.15	26.40	16.80	0	0	90.5	7	97.5	414	1	si	triangular	no	696AF49	enroscada activa	43.30%	26.9
23	7/3/2007	18:30	22:51	21:17	22:49	92	2	4JL07	krameria	?	?	?	krameria	bajo cob	85	4.7	89.7	275	2	si	recto	no	696C0B7	enroscada activa	60.70%	24.7
24	7/3/2007	18:30	22:51	21:20	22:25	65	2	5JL07	arena	1.30	1.60	90.00	0	0	91	5.3	96.3	424	2	si	recto	no	695FE19	enroscada inactiva	62.0%	25.2
25	8/31/2007	18:31	21:30	18:41	19:36	55	1	1AG07	arena	0.00	0.00	0.00	marina	1m	86	7	93	474	1	no	triangular	no	6832AC8	desplazandose	62.0%	30.2
26	8/31/2007	18:31	21:30	18:45	19:45	60	1	1AG-b07	arena	0.00	0.00	0.00	planta victo	1:20	79	4	83	339	2	no	triangular	no	696133A	enroscada activa	60.2%	30.8
27	8/31/2007	18:31	21:30	20:00	20:58	58	1	6835E07	matacora	2.20	3.80	3.75	0	bajo cob	81.5	4.3	85.8	497	2	no	triangular	no	6835E07	desplazandose	72.0%	29.6
28	8/31/2007	18:31	21:30	20:27	21:21	54	1	4Aq07	arena	0.00	0.00	0.00	marina	50cm	77.2	4.5	81.7	399	2	si	triangular	si	6830BED	enroscada activa	83.9%	29.1
29	9/1/2007	18:13	21:20	18:40	19:56	76	2	2spb07	palo adan	4.70	5.90	5.70	0	bajo cob	79.4	6.3	85.7	424	1	si	triangular	no	6834E4C	enroscada activa	55.4%	31.5
30	9/1/2007	18:13	21:20	18:52	19:33	41	2	R5sp07	licium	0.00	0.00	0.00	licium	20cm	89	5	94	394	2	si	recto	no	695FE19	estirada sin mov.	55.2%	32.4
31	9/1/2007	18:13	21:20	20:10	20:52	41	2	6spt07	arena	0.00	0.00	0.00	lomboy	1m	93	7	100	449	1	si	recto	no	68355B7	enroscada activa	55.0%	29.8
32	9/1/2007	18:13	21:20	20:40	21:20	40	2	3spb07	lomboy	1.90	2.95	2.90	0	bajo cob	72.5	5.5	78	274	1	si	triangular	no	6960B04	enroscada activa	59.2%	29.2