



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
INSTITUTO DE BIOLOGÍA

ECOLOGÍA ESPACIAL DE *OXYBELIS AENEUS* EN EL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO DE  
CHAMELA, JALISCO, MÉXICO.

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**(BIOLOGÍA AMBIENTAL)**

P R E S E N T A :

BIÓL. CARLOS AUGUSTO MADRID SOTELO.

DIRECTOR DE TESIS: DR. ANDRÉS GARCÍA AGUAYO.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM

Al CONACYT por la beca otorgada

A los miembros del comité tutorial:

Dr. Andrés García Aguayo por el apoyo académico y logístico brindado para llevar a cabo el presente trabajo. A la Dra. Ella Vazquez y Dr. Victor Hugo Reynoso por los comentarios brindados a mi escrito.

A los miembros del jurado: Dr. Oscar Flores Villela y Dr. Fausto Méndez de la Cruz por la revisión del escrito.

A la Sra. Eva, Elena, M. en C. Enrique Ramírez, Dra. Katherine Renton y al personal de la estación de Biología Chamela.

A Vincent Cobb, David Hardy y Robert Henderson, por el envío de literatura científica e información.

## ÍNDICE

Resumen- Abstract.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
Objetivo General.....	7
Objetivos particulares.....	7
MATERIALES Y MÉTODOS	
Área de estudio.....	7
Obtención de ejemplares.....	8
Telemetría-equipo utilizado.....	9
Colocación de transmisores.....	10
Monitoreo.....	11
Ámbito hogareño.....	12
Desplazamientos de las serpientes.....	12
Frecuencia de desplazamientos.....	13
Promedio de distancia recorrida.....	13
Estructura del microhábitat.....	14
Variables del microhábitat.....	14
Disponibilidad de presas.....	16
Observaciones de forrajeo.....	17
Análisis estadístico	
Ámbito hogareño.....	17
Comparación entre sitios con serpientes vs. sitios al azar.....	17
Disponibilidad de presas.....	18
Observaciones de forrajeo.....	18
RESULTADOS	
Ámbito hogareño y desplazamientos.....	19
Comparación entre sitios usados por las serpientes vs. sitios al azar.....	23
Disponibilidad de presas y observaciones de forrajeo.....	24
DISCUSIÓN	
Ámbito hogareño y desplazamientos.....	26
Comparación entre sitios usados por las serpientes vs. sitios al azar.....	27
Disponibilidad de presas y observaciones de forrajeo.....	30
Conclusiones.....	32
Literatura Citada.....	35

## INTRODUCCIÓN

Todas las especies de vertebrados realizan necesariamente durante su ciclo de vida distintos desplazamientos, ya sea para obtener recursos (e.g. agua, alimento, refugios), para localizar posibles parejas o para evitar ser depredados (Grant et al., 2005). Sin embargo la escala espacial de dichos movimientos y la magnitud en que éstos están modificados por factores tales como el sexo del individuo, la estación del año, el tamaño corporal, la categoría de edad, la estrategia de forrajeo, entre otros, varían en formas complejas (Whitaker y Shine, 2003). Por lo anterior, es importante conocer cómo, cuándo, y en qué magnitud se desplaza un organismo en su microhábitat, ya que dicha información básica es necesaria para conocer algunos de los principales factores que inciden en los patrones de actividad, el uso del hábitat y los patrones espaciales de distribución de las especies.

La determinación de los patrones de desplazamiento de un organismo es compleja, especialmente en aquellas especies de hábitos secretivos como la mayoría de las especies de serpientes (Shine et al., 2006). En este sentido, la radiotelemetría es una de las técnicas que más ha ayudado a entender la ecología espacial en ofidios, permitiendo conocer aspectos tan variados como, por ejemplo, el uso estacional del hábitat, la elección de sitios de refugio (Fitzgerald et al., 2002), el uso diferencial del hábitat por sexos (Brito, 2003; Whitaker y Shine, 2003), e inclusive el estudio de fenómenos más complejos como son las interacciones depredador-presa (Chandler y Tolson, 1990; Madsen y Shine, 1996), las migraciones hacia sitios de hibernación y la reproducción (Addams, 2005; Cobb, 2005).

Si bien existe información detallada sobre la ecología espacial de algunas especies de serpientes (e.g. Tobin et al., 1999; Weatherhead y Blouin-Demers, 2004) para la mayoría de ellas el panorama no es tan alentador, existiendo un vacío en este tipo de información, especialmente en especies de distribución tropical. De acuerdo a los estudios existentes podemos notar dos patrones

generales en cuanto a las características etoecológicas de las serpientes estudiadas y la relación que existe con su ámbito hogareño:

- 1) Las serpientes con gran masa corporal, poca capacidad de desplazamiento y una estrategia de forrajeo de cazar al acecho poseen ámbitos hogareños restringidos y un promedio de desplazamientos bajo, e.g. *Bitis nasicornis*, *Vipera latastei* y *Gloydus shedaoensis*. (Cuadro 1).
- 2) Las serpientes con gran masa corporal, gran movilidad y que buscan activamente a sus presas, presentan en su mayoría desplazamientos erráticos, no poseen ámbito hogareño definido y su promedio de desplazamientos por día es muy alto, e.g. colúbridos como *Drymarchon melanurus*, *Elaphe obsoleta* y *Masticophis flagellum*. (Cuadro 1)

Cuadro 1. Relaciones observadas entre algunas características morfológicas, etoecológicas y el ámbito hogareño de algunas especies de serpientes.

<b>Especie estudiada</b>	<b>Ámbito hogareño (hectáreas)</b>	<b>Masa Corporal</b>	<b>Estrategia de Forrajeo</b>	<b>Referencias</b>
<i>Bitis nasicornis</i>	0.16 ha	Grande	Caza al acecho	Lawson, 2006.
<i>Vipera latastei</i>	0.24 ha	Grande	Caza al acecho	Brito, 2003.
<i>Gloydus shedaoensis</i>	0.3 ha	Grande	Caza al acecho	Shine et al., 2003.
<i>Drymarchon melanurus</i>	97 ha	Grande	Forrajera activa	Barkaszi et al., 1995.
<i>Elaphe obsoleta</i>	18.5 ha	Grande	Forrajera activa	Bouin-Demers y Weatherhead, 2001.
<i>Masticophis flagellum</i>	53.4 ha	Grande	Forrajera activa	Secor, 1995.

El hecho de que todas las especies estudiadas sean de masa corporal grande y en su mayoría de hábitos terrestres, evidentemente indica la existencia de un sesgo en la información relacionada con la ecología espacial de las serpientes, así como de los factores principales que influyen en ésta, ya que las presiones selectivas y de depredación son diferentes en distintos tipos de hábitat y en organismos de distintas tallas corporales (Webb et al., 2005). De esta manera si dejamos fuera a las serpientes de escasa masa corporal y hábitos distintos (e.g. serpientes arborícolas, fosoriales, saxícolas), que son un componente importante de la ofidiofauna de los bosques tropicales de muchas regiones del mundo (Brown et al., 2002), estamos perdiendo información valiosa acerca de la estructura de la comunidad y de las interacciones entre sus miembros.

El hecho de que los estudios se hayan enfocado en serpientes de gran tamaño está directamente relacionado con un par de factores, el primero de ellos es de tipo metodológico y el segundo está relacionado con el hábitat y hábitos de la especie a estudiar. Dentro de los factores metodológicos se encuentran algunas restricciones técnicoquirúrgicas en la colocación de los transmisores, debido a que los protocolos están elaborados y validados con especies de masa corporal grande (Hardy y Greene, 1999, 2000). Además de lo mencionado anteriormente, es necesario tener en cuenta que una intervención quirúrgica siempre implica cierto riesgo de muerte de los animales, aún cuando son llevadas a cabo por personal experimentado en este tipo de cirugías (Rudolph et al., 1998). En el caso de los factores relacionados con los hábitos que presentan las especies, cabe destacar el hecho de que algunas especies son sumamente difíciles de localizar, lo que implica hacer un uso eficiente de la muestra biológica que se obtenga, puesto que es difícil reponer a corto plazo un animal perdido, ya sea debido al estrés originado por el implante o a problemas posteriores a la cirugía.

Desafortunadamente hay pocos estudios donde hayan experimentado con el uso de técnicas menos invasivas de colocación de transmisores. Entre los estudios que lo han realizado se encuentra el llevado a cabo por Cioffi y Chelazzi (1991), quienes colocaron de manera externa transmisores al colúbrido europeo *Coluber viridiflavus* empleando para ello una mochila (backpack) donde se colocó el transmisor, y todo el paquete fue cosido subcutáneamente con hilo de nylon a la serpiente, el paquete duró al menos 4 meses. Otro estudio que optó por sujetar de manera externa los transmisores fue el llevado a cabo por Gent y Spellerberg (1993), con el colúbrido *Coronella austriaca*, ellos colocaron los transmisores en la cola de la serpiente sujetos con hilo y cinta adhesiva, sin embargo su método fue poco exitoso, únicamente duró diez días. Después de este par de estudios en ningún otro se había vuelto a intentar la colocación externa, todos los trabajos invariablemente optaban por la forma clásica de implante intraperitoneal. No obstante, en fechas recientes Figueroa (2006) colocó transmisores pegados directamente a la piel de neonatos de *Crotalus oreganus helleri*, sin encontrar modificaciones notorias en las conductas habituales de las serpientes, y observó un tiempo de persistencia de los transmisores de 125 días pegados a la piel. De manera similar Cobb (2005) colocó transmisores adheridos a la piel de neonatos de *Crotalus horridus* con el mismo adhesivo del estudio anterior. En este trabajo tampoco se notaron modificaciones en la conducta, alimentación y desplazamientos debido a los transmisores, el tiempo que duraron pegados fue de 60 días.

Teniendo en cuenta lo anteriormente citado podemos notar que hay un vacío en la información existente para muchas especies de serpientes, en especial para aquellas de masa corporal pequeña y de hábitos distintos a los terrestres; así mismo hay pocas opciones en cuanto a las técnicas de colocación de transmisores para este tipo de especies. Por lo tanto, en el presente trabajo se describen los patrones de desplazamiento de *Oxybelis aeneus*, una serpiente de distribución tropical, hábitos arborícolas, escasa masa corporal y una estrategia de forrajeo de cazar



al acecho. En este sentido, y para describir los patrones de desplazamiento de *Oxybelis aeneus* en Chamela, Jalisco, se utilizó la técnica de radio telemetría, y a partir de la cual se determinó si la serpiente tenía no un ámbito hogareño definido. Además de esto se determinó si la estructura del microhábitat y la disponibilidad de presas tienen algún efecto en los desplazamientos presentados por la serpiente.

## Resumen

En el presente estudio se colocaron radiotransmisores de manera externa en 8 ejemplares de *Oxybelis aeneus*, los cuales se monitorearon durante la temporada seca en Chamela, Jalisco, México. El ámbito hogareño de las serpientes fue en promedio de 0.6 ha, sus desplazamientos diarios fueron en promedio de 9.7 metros. Asimismo se observó que las variables significativas asociadas con la presencia de serpientes fueron: cobertura de dosel ( $X^2 = 32.92$ ,  $gl = 1$ ,  $P = 0.0000$ ), continuidad del hábitat ( $X^2 = 32.26$ ,  $gl = 1$ ,  $P = 0.0000$ ) y distancia a zona abierta ( $X^2 = 60.45$ ,  $gl = 1$ ,  $P = 0.0000$ ). Con respecto a la disponibilidad de presas se encontró que no existe correlación entre el tamaño del ámbito hogareño y la disponibilidad de presas ( $r^2 = 0.02987$ ,  $gl = 7$ ,  $F_{1,6} = 1.0$ ,  $P = 0.35$ ). También se observó que durante la época de secas las serpientes monitoreadas forrajearon mayoritariamente sobre lagartijas del género *Aspidoscelis* ( $X^2 = 0.07$ ,  $gl = 1$ ,  $P > 0.05$ ) y tuvieron un éxito de captura de presas del 14.28%.

## Abstract

In the present study, radio-transmitters were placed externally upon eight specimens of *Oxybelis aeneus*, which were monitored during the dry season in Chamela, Jalisco, Mexico. The home range of the snakes was in average 0.6 ha, their daily movements were, in average, 9.7 meters. Likewise, it was observed that the significant variables associated to the presence of snakes were: canopy cover ( $X^2 = 32.92$ ,  $df = 1$ ,  $P = 0.0000$ ), habitat continuity ( $X^2 = 32.26$ ,  $df = 1$ ,  $P = 0.0000$ ), and distance to the open zone ( $X^2 = 60.45$ ,  $df = 1$ ,  $P = 0.0000$ ). With respect to prey availability, no correlation was found between home range size and prey availability ( $r^2 = 0.02987$ ,  $df = 7$ ,  $F_{1,6} = 1.0$ ,  $P = 0.35$ ). It was also observed that during the dry season, the monitored snakes foraged mostly over lizards of the genus *Aspidocelis* ( $X^2 = 0.07$ ,  $df = 1$ ,  $P > 0.05$ ) and had a capture success of the preys of 14.28%.

## **OBJETIVO GENERAL**

- Describir los patrones de desplazamiento de *Oxybelis aeneus* en el bosque tropical caducifolio de Chamela, Jalisco.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Determinar si *Oxybelis aeneus* posee ámbito hogareño definido
- Describir las características del microhábitat ocupado por *Oxybelis aeneus*
- Determinar la disponibilidad de presas en los sitios ocupados por las serpientes
- Determinar si la estructura del microhábitat y la disponibilidad de presas tienen algún efecto en los desplazamientos presentados por la serpiente.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Área de estudio**

El presente estudio se realizó entre marzo y junio de 2007 dentro de los terrenos de la reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala (RBCC), específicamente dentro de los terrenos de la Estación de Biología Chamela (EBCh) que forma parte de la RBCC y cuyo acceso se localiza en el kilómetro 59 de la carretera Federal 200, que va de Barra de Navidad a Puerto Vallarta, en la costa de Jalisco en el occidente de México. La información detallada de las características físicas y biológicas de la región puede consultarse en múltiples trabajos (e.g. Ceballos et al., 1999; Noguera et al., 2002). A continuación se mencionan algunas generalidades del área de estudio:

El paisaje de la región de Chamela está dominado por pequeños lomeríos cubiertos por bosque tropical caducifolio (BTC) y vegetación de arroyo (VA) desarrollándose en los pequeños valles. Otros tipos de vegetación presentes en el área son la selva mediana subcaducifolia, manglar, manzanillera, vegetación ríparia, pastizal, matorral espinoso y palmares. El clima de la región corresponde a los climas cálidos húmedos con una larga temporada seca. El 85% de la precipitación anual ocurre entre julio y octubre. La precipitación media anual es de 784mm, debida principalmente a ciclones y tormentas tropicales. La temperatura media anual es de 25° C, siendo el mes más frío marzo y el mes más calido julio.

## **Descripción de la especie**

*Oxybelis aeneus* es una serpiente de cuerpo grande (760-880mm), cola muy larga (560-630mm), de forma alargada y esbelta; forma de la cabeza triangular pronunciada terminando en punta; ojos grandes; escamas prefrontales en contacto con dos o tres labiales superiores. La escama anal esta dividida. El color del cuerpo es pardo amarillento, con la región cefálica más oscura; una banda pardo oscuro muy delgada atraviesa la región inferior del orificio nasal, ojo y escamas temporales; las escamas labiales superiores e inferiores de color blanco amarillento. La región ventral de algunos organismos es del mismo color que el cuerpo y en otros es de color pardo amarillento (Ramírez-Bautista, 1994).

## **Obtención de ejemplares**

En el presente estudio se capturaron únicamente serpientes adultas con una longitud hocico cloaca mayor a los 600 mm. En total se utilizaron 8 ejemplares: 7 hembras y 1 macho. La búsqueda de los animales se inició a principios del mes de marzo, logrando obtener todos los ejemplares en un lapso de dos semanas. Los sitios de búsqueda se eligieron aleatoriamente cubriendo todos los microhábitats en donde puede hallarse la serpiente, es decir, vegetación de arroyo, selva mediana, selva baja, en sitios cercanos a edificaciones humanas y en la orilla de los caminos (Madrid-Sotelo, 2005). La búsqueda de ejemplares se llevó a cabo de 10:00 a 14:00 horas y de 16:00 a 19:00 horas, lapso de tiempo en el que se han observado más ejemplares en la región de Chamela (Madrid-Sotelo, 2005). En todos los sitios se realizó una búsqueda minuciosa de las serpientes, revisando todos los probables lugares en donde pudieran ocultarse: ramas de árboles, arbustos y en el suelo. Al localizar a cada serpiente se registró la actividad que ésta se encontraba realizando al momento de encontrarla, se describió el microhábitat que ocupaba en ese momento y también se registró su ubicación por medio de un geoposicionador (GPS) Etrex Garmin<sup>®</sup>, enseguida se tomaron las

siguientes medidas: longitud hocico cloaca (LHC), longitud de la cola (LC) y peso del animal en gramos. Finalmente el sexo de las serpientes se determinó manualmente por medio de la eversión de hemipenes, en el caso de que fueran machos.

Todos los ejemplares encontrados se colocaron en costales de manta y se hidrataron rociando con agua sus costales de transporte hasta llegar a las instalaciones de la Estación de Biología, en donde permanecieron en un laboratorio a 27° C hasta la colocación de los transmisores.

### **Telemetría -equipo utilizado**

Se emplearon un total de 8 transmisores modelo TXA-0061, con antena externa, un peso de 3 gramos y un tiempo de vida de la batería de 70-80 días. Las frecuencias de cada transmisor fueron las siguientes: 164.065, 164.070, 164.074, 164.079, 164.084, 164.089, 164.094 y 164.100. Además de ello se empleó un receptor modelo RX-TLNx y una Antena Yagi de tres elementos, fabricados por la compañía Telenax ®.

### **Colocación de transmisores- sujeción externa con adhesivo**

Cada serpiente se removió de su saco y después de ello se sujetó de manera firme el primer tercio del cuerpo de la serpiente, tratando de mantener la cabeza del animal alejada del sitio en donde se colocaría el transmisor, utilizando una manta de color oscuro que impedía a la serpiente observar el resto de su cuerpo, tratando así de disminuir el estrés visual de la culebra al estar siendo manipulada. Una vez hecho esto, se pegó una tira delgada de masking tape en el segundo tercio del dorso del cuerpo de la serpiente, enseguida se colocó una capa de pegamento Top Glue® sobre la cinta pegada al cuerpo, encima de esta capa adhesiva se colocó el radiotransmisor, éste se presionó de manera suave por 30 minutos, tiempo en el que secó el pegamento (Figura 1). Una vez que secó

el adhesivo, se pegó una tira delgada de masking tape sobre el radiotransmisor, para asegurar una mayor adhesión del mismo al cuerpo del animal. Al terminar, se guardó al animal nuevamente en su saco y se mantuvo ahí hasta el día siguiente, todo ello con la finalidad de verificar que no se hubiera despegado el transmisor. A la mañana siguiente, una vez que se verificó que el transmisor siguiera pegado a la serpiente, se llevó al animal al sitio en el que fue localizado inicialmente y se liberó exactamente en el mismo lugar.



Figura 1. En las imágenes se ilustra la forma en que se colocó el radiotransmisor en *Oxybelis aeneus*

### **Seguimiento de ejemplares**

Inicio del seguimiento:

Una vez colocados los transmisores se inició el seguimiento de todos los ejemplares a los tres días de haber sido liberados, ya que se ha observado que en varias serpientes existe un periodo de habituamiento al transmisor, de entre 3 y 7 días (Wunderle et al., 2004). Después de este lapso de tiempo los animales pueden comenzar a rastrearse, ya que sus desplazamientos serán los que realizan habitualmente, y no el resultado de un comportamiento anormal debido al estrés de haber sido manipulados.

## **Monitoreo:**

Las serpientes se monitorearon desde el 20 de marzo hasta el 24 de mayo, abarcando tres meses de la temporada de sequía en la región. Se trató de localizar diariamente a todos los ejemplares, empleando para ello dos horarios distintos; de 9:00 a 14:00 hrs. y de 16:30 a 18:30 hrs. Cada ejemplar se localizó una sola vez al día, ya que se ha demostrado que el perturbar de manera constante a las serpientes, afecta su conducta habitual y disminuye sus desplazamientos (Brown, 1993). El horario de búsqueda por ejemplar se alternó, es decir, un día se buscó a un animal en el primer horario, y al siguiente día se buscó al mismo animal en el segundo horario, y viceversa. Al hallar a cada serpiente se georeferenció su ubicación y se registró el horario en el que se localizó. En el caso de *Oxybelis aeneus*, serpiente con gran capacidad visual, se evitó acercarse demasiado a los ejemplares con la finalidad de no estresarlos demasiado, para ello se eligió una distancia de acercamiento de 3 metros, distancia observada en campo que no molesta excesivamente a los animales.

## **Ámbito hogareño**

Los patrones de desplazamiento y ámbito hogareño se determinaron, por un lado, utilizando la información de la ubicación georeferenciada de cada registro de ubicación de los organismos, información obtenida a partir de telemetría. Estos registros se ingresaron a una base de datos, y mediante la extensión Animal Movement del programa Arc View 3.2 (ESRI 1996), se estimó el área de desplazamientos y el tamaño del ámbito hogareño de cada culebra. Por otro lado, las observaciones obtenidas de las serpientes se registraron en un mapa topográfico digitalizado de la Estación de Biología Chamela. El tamaño del ámbito hogareño se determinó empleando todas las ubicaciones de las serpientes para establecer el mínimo polígono convexo (Jenrich y Turner, 1969), en donde el mínimo se refiere al polígono más pequeño que une las locaciones externas y el



convexo indica el empleo de ángulos menores a los  $90^{\circ}$  (Reinert, 1992). El uso del método del polígono convexo para calcular los tamaños del ámbito hogareño, ha sido empleado comúnmente y de forma efectiva en estudios con reptiles para conocer la distancia máxima a la que pueden desplazarse (Durner y Gates, 1993; Gregory et al., 1987; Row y Blouin-Demers, 2006).

### **Patrones de desplazamiento de las serpientes**

Los desplazamientos se evaluaron considerando distancias en línea recta. Una vez que se localizó a cada animal, además de registrar su posición con el GPS, se marcó físicamente la ubicación de la serpiente con flagging de color verde. El marcaje del sitio se llevó a cabo una vez que la serpiente se retiró del mismo; cuando no fue posible marcar de esta manera, y para evitar perturbar a los animales, se tomó como referencia un atributo fácilmente identificable del sitio que se encontrará lo más cerca posible a la ubicación real de la serpiente (e.g. una rama con forma particular, un tronco tirado en el suelo, una roca, etc.) A partir de esta marca se realizó la medición de la distancia recorrida por la serpiente, todas las localizaciones se midieron directamente entre un sitio y otro con el auxilio de un lazo de 10 metros, en el cual se señaló previamente cada metro para facilitar la medición entre los sitios.

### **Frecuencia de desplazamientos**

Se determinó que una serpiente se desplazó cada vez que ésta se movió más de dos metros del sitio en donde se localizó originalmente, ya que, cuando las serpientes se desplazaron como máximo dos metros, prácticamente lo hicieron para cambiar de posición de percha. Teniendo en cuenta que el tamaño promedio de los animales monitoreados fue de 806.42 milímetros, esto indica que los animales que se movieron como máximo dos metros, se movieron únicamente un

poco más del doble del tamaño de su cuerpo. Debido a ello estos movimientos ( $< 2m$ ) se consideraron no significativos.

Como movimientos significativos se consideraron los desplazamientos superiores a 10 metros, y tomando en cuenta estos últimos se estableció el porcentaje de movimientos significativos de las serpientes. Este porcentaje se obtuvo mediante una regla de tres, en la cual se tomó en cuenta el número de localizaciones totales y el porcentaje de movimientos significativos registrados para cada animal.

### **Promedio de distancia recorrida**

Se realizó una sumatoria del total de la distancia recorrida por cada serpiente, incluyendo los movimientos significativos y no significativos. La cantidad total obtenida se dividió entre el número total de desplazamientos, de esta manera se obtuvo el promedio de distancia recorrida por cada serpiente.

### **Estructura del microhábitat**

Cada vez que se relocalizó a una serpiente se tomaron los datos del microhábitat del sitio en donde se halló, considerando un cuadrante de 3 metros cuadrados, además de este cuadrante, se consideraron otros cuatro, separados 10 metros entre sí y ubicados en los 4 puntos cardinales (norte, sur, este y oeste). De esta manera se obtuvieron cinco registros de microhábitat por cada relocalización de las serpientes.

## **Variables del microhábitat**

En cada sitio elegido se registraron las siguientes variables: 1) Número de elementos vegetales, se contó el número de árboles (ARB), arbustos (ARBUST), herbáceas (HERB) y bejucos (BEJ) presentes dentro del cuadrante. Se consideraron como bejucos a todas las plantas trepadoras leñosas presentes en el sitio. 2) Porcentaje de Cobertura del dosel (COB), éste se evaluó mediante una estimación visual, para ello se empleó un tubo vertical de PVC, en donde uno de sus extremos se dividió con un par de ligas en 4 partes (Figuras 2 y 3), cada una de estas partes equivale a 25%, por lo tanto al observar a través del tubo se logró establecer porcentajes de cobertura en el dosel (25, 50, 75 y 100%); 3) Continuidad de vegetación (CONDIS), este parámetro se registró ocupando una cinta métrica para medir la distancia existente entre la vegetación del sitio evaluado, independientemente de que sean árboles, arbustos o bejucos. Se consideró que había continuidad entre un elemento de vegetación y otro, cuando éstos no estaban separados por más de 50 cm. Los valores se registraron como presencia o ausencia de continuidad, es decir, 1 ó 0. Esta medición nos sirvió para saber qué tanta conectividad existe entre la vegetación del sitio y cómo ésta pudiera servir de puente para que la serpiente se desplazara entre un sitio y otro; 4) Distancia a una zona abierta (DAZA), se definió como la distancia existente entre la vegetación (árbol, arbusto o bejuco) y una zona abierta. Por zona abierta se consideró aquel sitio carente de cobertura vegetal o con una cobertura vegetal menor al 10%, y cuyo radio abarcara un mínimo de 50 cm. Se tomó esta medida ya que se ha notado que *Oxybelis aeneus* se encuentra frecuentemente perchando cerca de zonas abiertas o claros en la selva, probablemente en busca de sus presas (Henderson, 1974; Madrid-Sotelo, 2005). Toda la información de las variables del microhábitat que se registraron, se encuentra resumida en el cuadro 2.

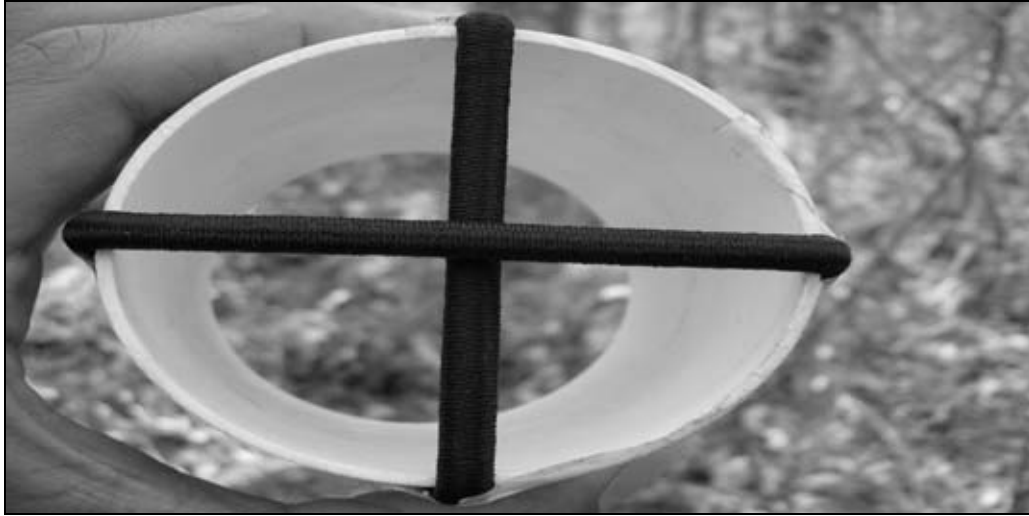


Figura 2. En la imagen se observan las cuatro divisiones hechas en el tubo de PVC para medir la cobertura del dosel, cada división representa el 25%.

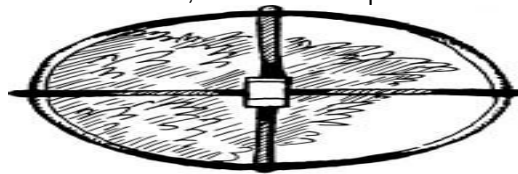


Figura 3. Representación esquemática de la forma en que se registró la cobertura del dosel viendo a través del tubo de PVC. (Imagen tomada de [www.epa.gov/7nerlesd1/land-sci/lcb/nrb/VFRDB/glossary.htm](http://www.epa.gov/7nerlesd1/land-sci/lcb/nrb/VFRDB/glossary.htm) )

**Cuadro 2. Variables del microhábitat analizadas**

<b>Variables registradas</b>	<b>Simbología utilizada</b>	<b>Definición</b>	<b>Forma de medición</b>
Número de elementos vegetales	ARB ARBUS HERB BEJ	Número de elementos vegetales presentes en el cuadrante (árboles, arbustos, herbáceas y bejucos)	Estimación visual
Cobertura del dosel	COB	Porcentaje de cobertura vegetal en el dosel	Estimación visual
Continuidad de vegetación	CONDIS	Distancia entre los elementos de vegetación	Cinta métrica
Distancia a zonas abiertas	DAZA	Distancia existente entre la vegetación y una zona con cobertura menor a 10% o carente de cobertura	Cinta métrica

### **Disponibilidad de presas**

Para determinar la abundancia relativa de las presas que consume mayoritariamente *Oxybelis aeneus* en la región de Chamela, es decir, *Anolis nebulosus*, *Aspidoscelis lineatissima* y *A. comunnis* (Madrid- Sotelo 2005), se estableció un transecto de 30 x 50 metros cada vez que se relocalizó a las serpientes 10 veces. El transecto fue recorrido lentamente en zigzag durante 30 minutos por un solo observador para tratar de ver a todas las lagartijas presentes y minimizar la posibilidad de encontrar nuevamente a la misma lagartija. Los transectos se recorrieron en los horarios de mayor actividad de las lagartijas (entre 11 y 14 hrs.) para poder detectar la presencia de éstas. Este método ha probado ser eficaz en varios sitios y ha permitido obtener una aproximación bastante real de la presencia de varias especies de lagartijas en las zonas en donde se ha ocupado (Gienger et al., 2002; García y Whalen, 2003).

## **Observaciones de forrajeo**

Se realizaron observaciones casuales de la conducta de forrajeo de las serpientes, tanto en las monitoreadas como en serpientes encontradas al azar. Estas últimas fueron marcadas temporalmente a través de la colocación de pequeñas marcas circulares de papel fluorescente de distintos colores, las cuales fueron adheridas de manera lateral en el segundo tercio del dorso de las serpientes. Cada vez que se observó una conducta de forrajeo, se registró si las serpientes sólo acechaban a sus presas o si llegaban a capturarlas. Además de ello se evaluó si existían diferencias entre las presas acechadas por las serpientes con radiotransmisor vs. las serpientes marcadas temporalmente (sin radiotransmisor).

## **Análisis estadístico**

### **Ámbito hogareño**

Para determinar la forma probable de la relación entre las variables, longitud hocico cloaca de las serpientes (variable independiente) y el tamaño del ámbito hogareño obtenido para cada animal (variable dependiente), se realizó un análisis de regresión lineal simple, para lo cual se transformaron previamente los valores con logaritmo base 10, con la finalidad de rectificar la relación entre las variables antes citadas. De igual forma se llevó a cabo una regresión lineal con las variables tamaño del cuerpo LHC y número de veces que fueron relocalizados los animales.

## **Comparación entre sitios con serpientes vs. sitios al azar.**

### Elección de sitios al azar

Debido a que se tomaron un total de 680 registros de sitios al azar, se eligieron únicamente 168 registros mediante un generador automático de números al azar (random number generator). Para elegir de cual sitio se tomarían primero los datos se colocaron los papeles correspondientes a

los cuatro cuadrantes en una urna (norte, sur, este y oeste). De esta forma se fueron sacando los papeles y se tomó igual número de registros para cada sitio, es decir 42 registros para cada cuadrante, hasta completar los 168 sitios.

### Regresión logística

Para conocer que características del hábitat son importantes para la presencia o ausencia de las serpientes en un sitio se llevó a cabo un análisis de regresión logística. En este análisis la variable dependiente fue la presencia o ausencia de las serpientes en el sitio (1-0), mientras que las variables independientes fueron cada una de las variables del microhábitat registradas. También se indica el valor de los odds ratio, obtenidos a partir de la regresión logística, los cuales se definen como el cociente entre las probabilidades o posibilidades de ocurrencia y las de no ocurrencia de un evento (Martín-Moreno y Banegas, 1997).

### **Disponibilidad de presas**

#### Regresión lineal simple

De manera similar a las regresiones llevadas a cabo con los datos de ámbito hogareño, se llevó a cabo en este caso una regresión lineal simple, entre las variables tamaño del ámbito hogareño (variable independiente) y número de presas disponibles (variable dependiente).

### **Observaciones de forrajeo**

#### Prueba de $X^2$

Para conocer si existe alguna diferencia entre el tipo de presas acechadas por las serpientes monitoreadas vs. las serpientes localizadas al azar, se llevó a cabo la prueba estadística de  $X^2$ .

## RESULTADOS

### Ámbito hogareño y desplazamientos

*Oxybelis aeneus* presentó un ámbito hogareño definido, de tamaño pequeño, en promedio 0.6 ha; y un patrón de desplazamientos diarios escaso, en promedio 9.7 metros. Asimismo, el porcentaje de movimientos significativos de los animales fue, en todos los casos, menor al 15 por ciento con respecto al porcentaje total de movimientos presentados por las serpientes (Cuadro 3 y 4). También se encontró que existe correlación entre el tamaño corporal de los animales, representado por su longitud hocico cloaca, y el número de veces que éstos fueron relocalizados ( $r^2 = 0.493$ ,  $gl = 7$ ,  $F_{1,6} = 5.83$ ,  $P = 0.05$ ). Sin embargo no se encontró correlación entre la longitud hocico cloaca de las serpientes y el tamaño de su ámbito hogareño ( $r^2 = 0.27885$ ,  $gl = 7$ ,  $F_{1,6} = 0.51$ ,  $P = 0.5$ ; figuras 4 y 5).

Cuadro 3. Resultados resumidos de las serpientes monitoreadas por radiotelemetría durante el período del 20 de marzo al 24 de mayo de 2007 en Chamela, Jalisco. \* El mínimo polígono convexo representa el ámbito hogareño de cada serpiente monitoreada.

Clave de la serpiente	Sexo	Longitud hocico cloaca (LHC)	Número de relocalizaciones	Mínimo polígono convexo (m <sup>2</sup> ) *	Mínimo polígono convexo (ha) *
Oxa I	Hembra	730 mm	23	29504.628	2.9
Oxa II	Hembra	900 mm	26	14703.366	1.47
Oxa III	Hembra	630 mm	10	42.379	0.004
Oxa IV	Hembra	940 mm	22	552.685	0.05
Oxa V	Hembra	790 mm	21	4944.830	0.49
Oxa VI	Macho	800 mm	20	1258.662	0.12
Oxa VII	Hembra	800 mm	26	2077.135	0.2
Oxa VIII	Hembra	860 mm	22	520.163	0.05



Cuadro 4. Características de los desplazamientos realizados por las serpientes monitoreadas.

Clave de ejemplar	Número total de observaciones	Número de movimientos menores a 2 metros	Número de movimientos menores a 10 metros	Número de movimientos mayores a 10 metros	Porcentaje de movimientos significativos (> 10 m)	Promedio de distancia recorrida (m)
Oxa I	23	14	5	4	17.39	29.03
Oxa II	24	9	12	3	12.5	7.22
Oxa III	10	2	8	0	0	1.19
Oxa IV	22	6	14	2	9.09	6.2
Oxa V	21	7	11	3	14.28	9.69
Oxa VI	21	8	10	3	14.28	8.40
Oxa VII	26	11	12	3	11.53	9.32
Oxa VIII	22	5	15	2	9.09	6.94

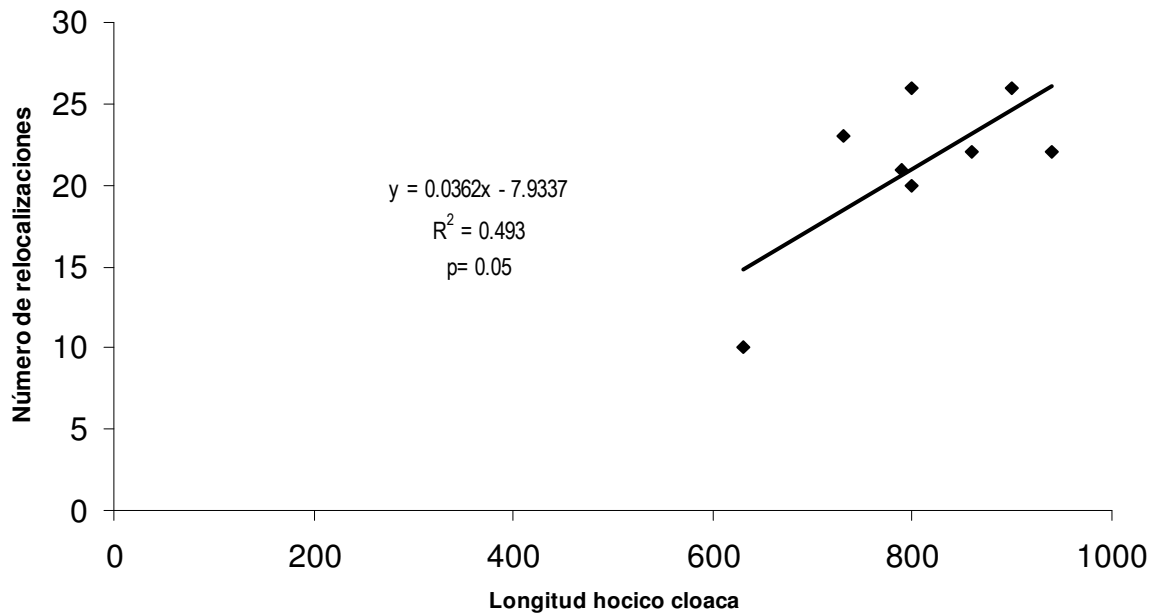


Figura 4. Correlación entre la longitud hocico cloaca de los ejemplares de *Oxybelis aeneus* y el número de veces que fueron relocalizados.

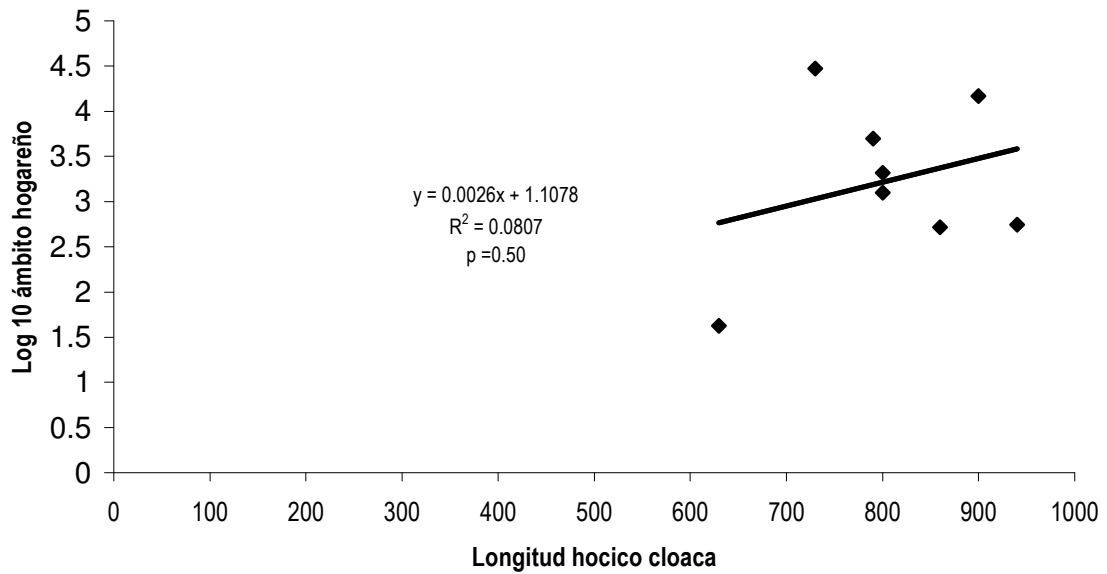


Figura 5. Correlación entre la longitud hocico cloaca de los ejemplares de *Oxybelis aeneus* y el tamaño del ámbito hogareño obtenido para cada uno.

- I-2.9 ha
- II-1.47 ha
- III-0.004 ha
- IV-0.05 ha
- V-0.49 ha
- VI-0.12 ha
- VII-0.2 ha
- VIII-0.05 ha

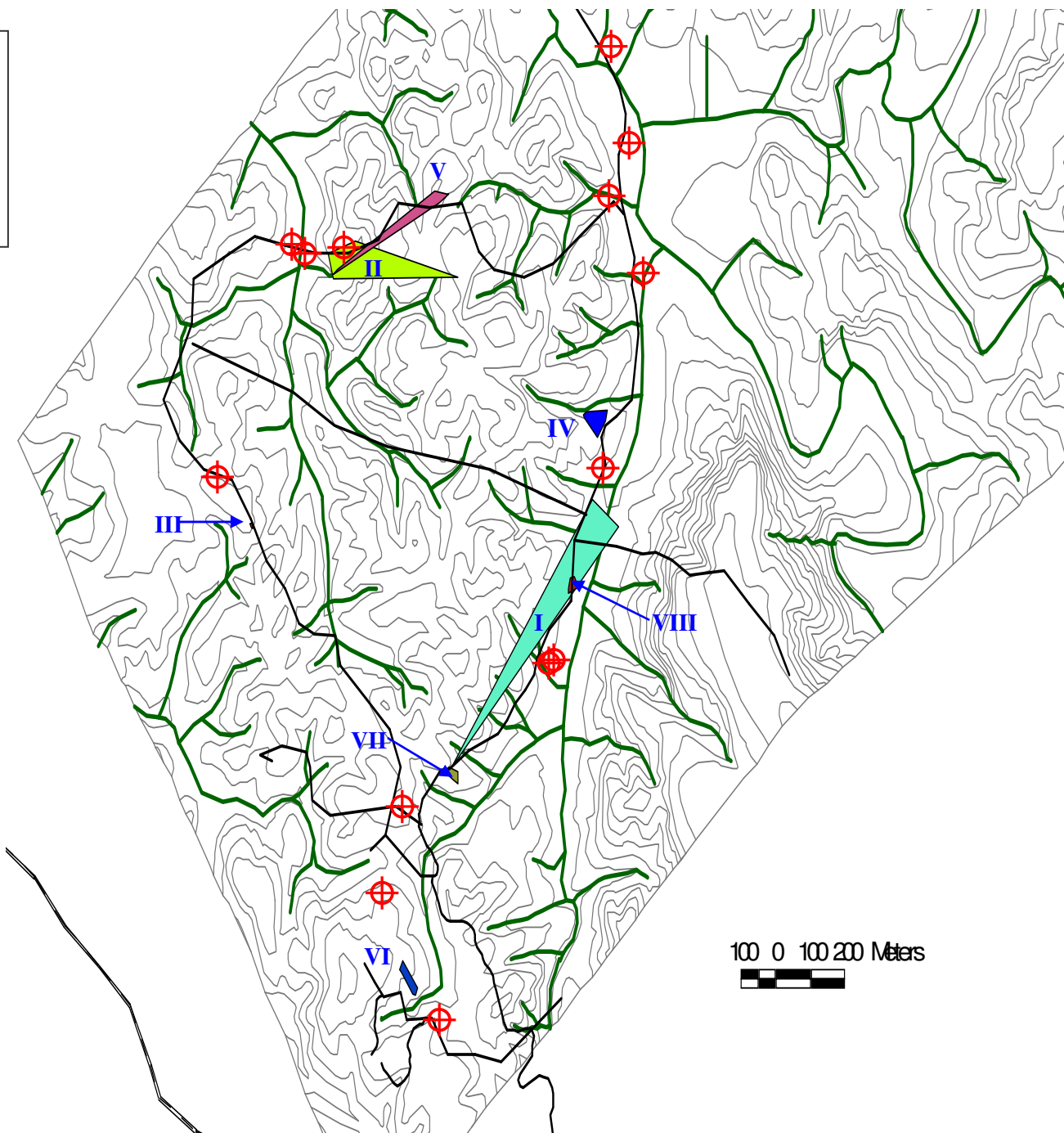


Figura 6. Mapa topográfico de la Estación de Biología Chamela. En la imagen se observa la ubicación de los animales monitoreados por radiotelemetría, la clave de identificación de los mismos y el tamaño de sus áreas de desplazamiento (figuras en colores), también están representados ejemplares sin transmisor que se observaron en la zona (círculos rojos). En el cuadro de la izquierda están los tamaños del ámbito hogareño de cada animal marcados en el mapa.

## Estructura de la vegetación

### Comparación entre sitios usados por las serpientes vs. sitios al azar

#### Regresión logística

Las variables significativas asociadas con la presencia o ausencia de las serpientes, fueron cobertura de dosel ( $X^2 = 32.92$ ,  $gl = 1$ ,  $P = 0.0000$ ), continuidad del hábitat ( $X^2 = 32.26$ ,  $gl = 1$ ,  $P = 0.0000$ ) y distancia a zona abierta ( $X^2 = 60.45$ ,  $gl = 1$ ,  $P = 0.0000$ ). El valor positivo para continuidad del hábitat indica que *Oxybelis aeneus* prefiere los sitios continuos, es decir, con elementos vegetales cercanos entre sí. El cálculo de los odds-ratios indica que es 7 veces más probable que las culebras se encuentren en sitios con vegetación continua. Los valores negativos para cobertura de dosel y distancia a zona abierta, indican que es menos probable encontrar a las serpientes mientras los sitios tengan un menor porcentaje de cobertura de dosel y mientras se encuentren más lejos de una zona abierta (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efectos estimados para el modelo de regresión logística de uso del hábitat, para *Oxybelis aeneus* en Chamela, Jalisco, México

Variable	Estimado	Error estándar	Odds ratio	Porcentaje de varianza explicado
COB	-0.61	7.33	0.54	19.7188 %
CONDIS	15.82	183.31	7.46	
DAZA	-0.05	0.00	0.94	

## Disponibilidad de presas

Se encontró que no existe correlación entre el tamaño del ámbito hogareño de las serpientes y la disponibilidad de presas existentes ( $r^2 = 0.02987$ ,  $gl = 7$ ,  $F_{1,6} = 1.0$ ,  $P = 0.35$ ).

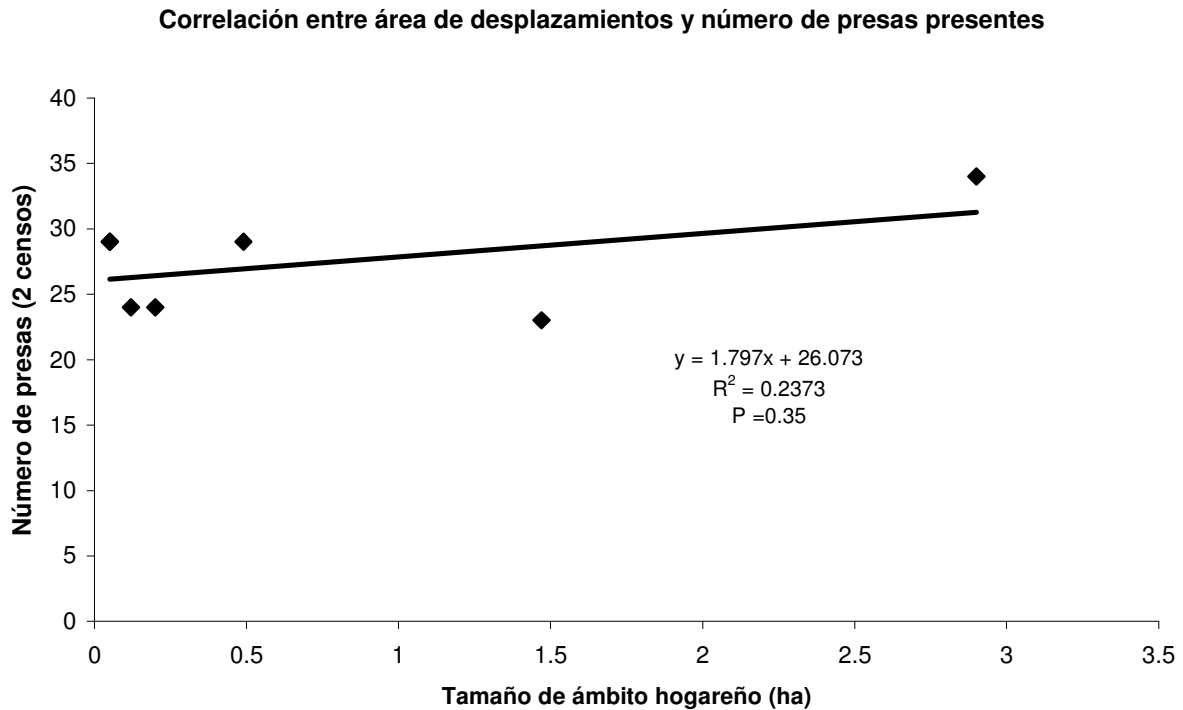


Figura 7. Correlación entre el tamaño del ámbito hogareño de las serpientes y el número de presas registradas.

## Observaciones de forrajeo

Se pudo observar en un total de 27 ocasiones conductas de forrajeo hacia distintas presas, tanto en las serpientes monitoreadas (20 ocasiones), como en serpientes marcadas sin radiotransmisor (7). En las serpientes con radiotransmisor se observó el acecho hacia *Aspidoscelis* en 17 ocasiones, que representan el 85% de las observaciones de forrajeo; mientras que sólo en dos ocasiones se observó el acecho hacia *Anolis*, lo que representa el 10% de observaciones. Para

otras presas solo hubo una observación de forrajeo, en este caso hacia *Plestiodon parvulus*, que representa el 5% del total de eventos de forrajeo. En cuanto al éxito de captura, únicamente en tres de las 20 observaciones las presas fueron capturadas y consumidas exitosamente, lo que equivale al 15 % de éxito de captura.

En las serpientes marcadas temporalmente (sin radiotransmisor), se observó en seis ocasiones el acecho hacia lagartijas *Aspidoscelis*, lo que representa el 85% de las observaciones de forrajeo; mientras que sólo en una ocasión se observó el acecho hacia *Anolis*, lo que representa el 14.28% de las observaciones de forrajeo. En cuanto al éxito en la captura, únicamente en una ocasión se observó la captura exitosa de un *Aspidoscelis* juvenil, lo que representó un éxito de captura del 14.28%.

Finalmente en la comparación realizada entre los grupos de serpientes con radiotransmisor y sin radiotransmisor, con respecto al tipo de presas más acechadas, es decir, *Anolis* y *Aspidoscelis*, no hubo diferencias significativas entre ambos grupos ( $\chi^2 = 0.07$ ,  $gl = 1$ ,  $P > 0.05$ ). Los dos grupos de serpientes forrajean constantemente sobre *Aspidoscelis* en la época de secas, y lo hacen en menor medida sobre *Anolis*.

## Discusión

### Ámbito hogareño y desplazamientos

A partir de los resultados obtenidos se puede notar que *Oxybelis aeneus* es una serpiente con un ámbito hogareño definido, de tamaño pequeño; con un patrón de desplazamientos escasos; capaz de permanecer mucho tiempo en un mismo sitio, generalmente acechando presas potenciales. Esta información nos brinda la visión típica del cazador al acecho, es decir, una serpiente que se mueve muy poco y prácticamente sólo cambia de sitio de forrajeo después de un gran lapso de tiempo. Este patrón se ha observado en otros colúbridos arborícolas que comparten la misma estrategia de forrajeo, como *Uromacer catesbyi* y *U. oxyrhynchus*, los cuales pasan hasta el 95% de las horas del día relativamente inmóviles, presumiblemente acechando presas y sólo bajan a tierra para buscar un nuevo sitio para emboscar (Lillywhite y Henderson, 1993). Un hecho similar se ha registrado en vipéridos, por ejemplo, estudios realizados con la serpiente asiática *Gloydius shedaoensis*, muestran que este animal es un cazador extremadamente sedentario, que se mantiene inmóvil gran parte del tiempo esperando a que una presa se encuentre dentro de su rango de ataque para poder capturarla, para esta serpiente se ha registrado un ámbito hogareño de 0.3 ha y desplazamientos diarios menores a los dos metros (Shine et al., 2003). Otro ejemplo de la escasa movilidad que presentan los cazadores al acecho es el estudio realizado por Greene y Santana (1983) con la serpiente *Lachesis muta*, ellos observaron a una hembra de esta especie en un mismo sitio por un lapso de 24 días acechando roedores, y cuando finalmente la serpiente pudo capturar a uno, ésta se mantuvo completamente inmóvil por nueve días mientras digería su alimento, después de lo cual finalmente se desplazó hacia otro sitio, este tipo de conducta ha sido definida por Greene (1997) como la estrategia de caza de los acechadores móviles, es decir, serpientes que pasan desde días hasta meses en un mismo sitio y después se mudan a otro lugar. Esta forma de hacerse de una presa, también se ha observado, aunque de manera menos frecuente en algunos cazadores

activos (Sazima y Marques, 2007; Madrid-Sotelo, 2007). A pesar de que el promedio de desplazamiento de *O. aeneus* fue bajo, es importante tener en cuenta que una serpiente arborícola posee el potencial de desplazarse en tres dimensiones y no sólo de manera horizontal entre la vegetación. Desafortunadamente en el presente estudio no se cuantificaron los movimientos verticales de *O. aeneus*, aunque de acuerdo a las observaciones realizadas en campo y a la escasa información existente en la literatura, este tipo de movimientos deben ser reducidos en comparación con los desplazamientos horizontales entre la vegetación, ya que se ha notado que *O. aeneus* normalmente es un habitante de la periferia de los bosques secos y no de bosques tropicales lluviosos, que es en donde la vegetación presenta patrones más complejos y puede alcanzar alturas superiores (Henderson y Nickerson, 1975). Otro aspecto importante que se debe considerar es el hecho de que siete de los ocho ejemplares en el presente estudio, fueron hembras. Al respecto diversos trabajos con ofidios han notado que con frecuencia existen patrones diferenciales de desplazamientos y uso del hábitat entre machos y hembras (Brown et al., 2005; Roth, 2005). Por lo tanto los datos obtenidos en el presente trabajo deben tomarse con precaución al momento de intentar hacer generalizaciones de los patrones de actividad y uso del hábitat para los machos de la especie.

### **Comparación entre sitios usados por las serpientes vs. sitios al azar**

A partir de los resultados obtenidos podemos notar que *O. aeneus* es una serpiente que requiere de un hábitat con cierta complejidad para realizar la mayor parte de sus actividades habituales, como desplazarse y acechar a sus presas. Los resultados sugieren que *O. aeneus* prefiere los sitios con una cobertura de dosel media-alta (75% de cobertura); que le permitan protegerse de sus posibles depredadores; que posean elementos vegetales continuos entre sí que



faciliten su desplazamiento entre un sitio y otro; y que se encuentren cercanos a zonas abiertas (50-65 cm.) que le permitan acechar a las presas que transitan por estos lugares.

Es necesario tener en cuenta que si bien las variables antes señaladas son significativas en su asociación con la presencia de las serpientes en el sitio de estudio, éstas sólo explican el 19.71% de la varianza en los datos, lo que quiere decir que el 80.29% no está explicado por las variables evaluadas en el presente estudio, por lo que probablemente existan otros aspectos bióticos o abióticos no considerados que expliquen la presencia de las serpientes en el sitio. En este sentido algunos estudios han señalado la importancia que tienen los elementos abióticos (e.g. temperatura, humedad, velocidad del viento) en la elección de sitios de refugio y en el patrón de desplazamientos presentado por vipéridos arborícolas y semiarborícolas (Daltry et al., 1998; Sun et al., 2001). En el caso de *O. aeneus* probablemente faltó incrementar el número de variables bióticas y considerar también otros elementos ambientales, como los ya citados con anterioridad. Aún así, los resultados obtenidos coinciden con las observaciones previas existentes para la especie, que señalan a *O. aeneus* como una especie común en la periferia de los bosques secos (Henderson y Nickerson, 1977) y que difícilmente se localiza en zonas de vegetación muy densa, es decir, sitios con mayor cobertura de dosel y pocas zonas abiertas al interior del bosque. Ahora bien, estas observaciones no deben darnos la falsa impresión de que las serpientes arborícolas prefieren los sitios abiertos sin una cobertura de dosel adecuada, ya que *O. aeneus* requiere sitios con una complejidad estructural media, es decir zonas que brinden protección a los animales, pero que también permitan la existencia de sitios abiertos en el bosque que faciliten el acecho de presas por parte de la serpiente. Un ejemplo que ilustra la importancia de una cobertura de dosel adecuada, es el caso de uno de los animales monitoreados que fue depredado, dicha serpiente siempre se encontró en un sitio muy abierto, con una cobertura de dosel baja, que hacía al animal visible ante el ataque de un depredador, la elección de este sitio probablemente favoreció la depredación de este animal,

además, coincidentemente fue la única culebra, de las ocho monitoreadas, que murió por el ataque de un depredador. Acerca de este hecho es importante señalar que algunos estudios han mostrado que depredadores especialistas en serpientes, como el águila mediterránea *Circaetus gallicus* forrajean constantemente en sitios con una complejidad estructural baja, y es en estos lugares en donde capturan un mayor número de presas, mientras que en los sitios con una cobertura de dosel más cerrada, disminuye significativamente su éxito de captura (Bakaloudis et al., 1998; Moreno-Rueda y Pizarro 2007). Ahora bien, un hábitat adecuado para un animal, no sólo debe brindarle refugio seguro ante potenciales depredadores, sino también debe proveerle de sitios adecuados para forrajear. En este sentido las serpientes se encuentran con relativa frecuencia entre la disyuntiva de permanecer en sitios estructuralmente complejos, que les brindan protección ante depredadores, pero que disminuyen su éxito de forrajeo, o aventurarse a sitios con menor complejidad estructural, en donde se incrementan al mismo tiempo su éxito de forrajeo y la susceptibilidad de ser capturadas por un depredador (Mullin y Cooper, 1999; Aubret, 2007). En el caso de *O. aeneus* la serpiente pareciera optar por sitios con una complejidad estructural intermedia, que le permitan protegerse y acechar a sus presas. Además de ello los desplazamientos crípticos de la serpiente, caracterizados por un balanceo lento al desplazarse entre un sitio y otro, hacen aún más complejo el que la serpiente pueda ser capturada por un depredador, siempre y cuando ésta tenga un rango mínimo de protección brindado por la vegetación circundante. Probablemente *O. aeneus* sea una especie escasamente depredada en la región de Chamela, ya que durante los recorridos realizados en el presente estudio, y en años anteriores, sólo se ha localizado un ejemplar depredado. Asimismo en la literatura los reportes sobre depredación de esta especie son prácticamente nulos (Maitland, 2003), lo que hace suponer que esta serpiente sabe lidiar bastante bien con la disyuntiva de forrajear de manera óptima sin comprometer demasiado su seguridad.

## Disponibilidad de presas y observaciones de forrajeo

En el presente estudio no se observó ninguna relación entre el tamaño del ámbito hogareño de los animales monitoreados y el número de presas disponibles, lo que podría deberse principalmente a un par de factores. El primero de ellos relacionado con los aspectos fisiológicos y metabólicos implicados en la captura y consumo de una presa, los cuales se encuentran directamente relacionados con la cantidad de alimento y el lapso de tiempo que requieren los animales para alimentarse. En este sentido estudios como el de Secor y Diamond (2000), indican que existen diferencias en cuanto a la fisiología digestiva entre las serpientes que se alimentan frecuentemente de presas de tamaño pequeño, y las que lo hacen a intervalos prolongados de tiempo. Al respecto las serpientes que se alimentan a intervalos prolongados de tiempo poseen un proceso de digestión más lento, un menor incremento en masa de los órganos relacionados con la nutrición y un menor transporte de nutrientes durante el período de ayuno; a diferencia de los comedores frecuentes, los cuales presentan un proceso de digestión corto y un transporte de nutrientes similar entre la etapa de alimentación y de ayuno, por lo que requieren cazar frecuentemente para cumplir con sus requerimientos metabólicos, aunque en casos extremos aún los cazadores activos pueden disminuir drásticamente su metabolismo (Mc Cue, 2007). En el caso de *Oxybelis aeneus*, en tres ocasiones se pudo observar a los animales con el estómago lleno, ocultos en arbustos intrincados, indicio de que se habían alimentado recientemente. En estos casos las serpientes permanecían inmóviles, incluso cuando el observador se encontraba sumamente cerca de ellas, lo que nos hace suponer que el proceso de digestión en estos animales debe ser lento, a diferencia de lo que ocurre con otras culebras. En mi experiencia personal con ejemplares de *Oxybelis aeneus* mantenidos en cautiverio, los animales pueden mantenerse adecuadamente, comiendo un *Anolis* de tamaño pequeño cada 20 días. Asimismo las observaciones realizadas en campo y en cautiverio, indican que una vez que *O. aeneus* ataca a una presa, si el ataque inicial

falla, la serpiente ya no hace ningún intento por perseguir al animal que ha escapado; a diferencia de los cazadores activos que, ante un intento fallido, inmediatamente dirigen varios ataques consecutivos hacia la presa que ha escapado hasta conseguir dominarla (Rodríguez-Robles, 1992), lo que implica un mayor desgaste energético para este tipo de cazadores (Taigen y Pough, 1983). Debido a lo citado anteriormente, podemos pensar que si en vida libre *O. aeneus* llega a capturar una lagartija de masa corporal grande, como ocasionalmente lo hace, esto puede generar que la serpiente cese sus actividades por un lapso considerable de tiempo en lo que se completa el proceso digestivo, lo que explicaría que el animal no requiera de un suministro frecuente de alimento y por lo tanto no necesite un número grande de presas disponibles en su área de desplazamientos habituales. Una relación similar ha sido observada en otras serpientes que forrajean al acecho, en donde, aún con alimento proporcionado por los investigadores, no se ha observado un cambio en el tamaño del ámbito hogareño entre las serpientes con alimento extra y las serpientes a las cuales no se alimentó, lo que indica que existen más factores que pueden incidir en la definición del tamaño del ámbito hogareño de una serpiente (Taylor et al., 2005).

El segundo factor que puede incidir en que no exista relación entre el ámbito hogareño de los animales y el número de presas disponibles, es el inherente a la utilización de otros recursos alimentarios no cuantificados en este estudio, ya que en este trabajo sólo se evaluó la disponibilidad de *Aspidoscelis* y *Anolis*, presas que más consume *O. aeneus*, de acuerdo a un estudio previo llevado a cabo con la especie (Madrid-Sotelo, 2005). Sin embargo, durante las observaciones de forrajeo de los animales en el campo, se pudo observar en una ocasión la captura de una lagartija de hábitos fosoriales, presa que no había sido registrada antes para la especie. Asimismo durante las observaciones de forrajeo se pudo notar que las serpientes acechan en mayor proporción a *Aspidoscelis* (85%), sin embargo éstas no son las presas que más consumen, ya que los ejemplares de colección revisados muestran que *O. aeneus* se alimenta principalmente de *Anolis*, y en menor

medida de *Aspidoscelis* (Madrid-Sotelo, 2005). De esta manera podemos notar que estas serpientes poseen un patrón complejo de forrajeo, ya que utilizan más los sitios con mayor accesibilidad de presas, que los sitios con mayor abundancia de éstas, de acuerdo a los censos de presas realizados. Es importante tomar en cuenta que estudios sobre la ecología del forrajeo en otros vertebrados han demostrado que los depredadores que cazan al acecho prefieren sitios con mayor accesibilidad a las presas (e.g. sitios con zonas adecuadas para emboscar), antes que las zonas con mayor número de presas, pero sin lugares propicios para acechar y capturar exitosamente a las mismas (Grant et al., 2005). De acuerdo a todo lo antes señalado, podría pensarse que existe una relación estrecha entre la estrategia de forrajeo, los requerimientos metabólicos y los patrones espaciotemporales de distribución de los organismos, aunque esta relación debería ser probada con la generación de más información de otros grupos de serpientes, información de la cual se carece en la actualidad.

## Conclusiones

En el presente trabajo se observó que los ejemplares de *Oxybelis aeneus* monitoreados presentaron un ámbito hogareño definido, de tamaño pequeño y un promedio de desplazamientos diarios bajo. Esto sugiere que durante la época de secas, los animales permanecen grandes lapsos de tiempo en áreas pequeñas, moviéndose poco, lo que al parecer favorecería un menor desgaste energético de las serpientes durante la época “difícil” del año, aunque no puede descartarse la posibilidad de que el patrón observado sea independiente de las variaciones ambientales y de la disponibilidad de recursos asociados con la estacionalidad. Al respecto se ha notado, que en otros sitios tropicales con una marcada estacionalidad, algunas de las serpientes incrementan drásticamente sus patrones de movimiento y el tamaño de su ámbito hogareño durante la época de lluvias, mientras que otras mantienen patrones similares en ambas épocas del año (Brown et al., 2005). En este sentido, sería importante conocer si los patrones de actividad, uso del hábitat e incluso patrones de forrajeo observados en *O. aeneus* durante la época seca, se mantienen durante la época de lluvias o si existen cambios significativos en los mismos. A largo plazo sería interesante conocer como responde la comunidad de ofidios de Chamela ante los cambios estacionales, ya que esto nos permitiría saber que tanta similitud o diferencia existe en las respuestas de las serpientes a los cambios ambientales y como pudieran estar influidas dichas respuestas por las características ecológicas, filogenéticas y de historias de vida de cada especie.

Finalmente, la realización del presente estudio nos lleva a reflexionar acerca de la importancia que tiene el seguir generando conocimiento biológico básico a partir de la realización de estudios de historia natural con las especies poco conocidas, categoría en la que se encuentran varias de las serpientes. Todo ello a pesar del tremendo auge que actualmente tienen otro tipo de estudios (e.g. declinación de anfibios, modelos demográficos, estudios de tipo genético), los cuales acaparan el interés internacional, teniendo como consecuencia que los apoyos económicos y logísticos

brindados por las instituciones se encuentren dirigidos mayoritariamente hacia este tipo de trabajos. En este sentido los estudios de historia natural parecerían condenados a quedar siempre en segundo o tercer plano. Al respecto hay que recordar lo señalado por Noss (1996) y Rivas (1997), quienes nos hacen conscientes de la necesidad de seguir haciendo historia natural, ya que sin la existencia de información básica sobre las especies, es imposible probar los modelos teóricos generados y plantear estrategias de conservación adecuadas. Debido a ello considero que, a la par que se apoyan trabajos de gran magnitud y de interés global, también deberían apoyarse de manera decidida estudios enfocados a la generación de conocimiento básico, no sólo para las serpientes, sino para muchas de las especies de anfibios y reptiles que existen en nuestro país, y cuya ecología básica se desconoce. Aunado al apoyo logístico y financiero, también debe fomentarse la formación académica de especialistas mexicanos que trabajen con grupos escasamente estudiados en el país, como ocurre con las serpientes.

## Literatura Citada.

Aubret, F., X. Bonnet y D. Bradshaw. 2007. Food versus risk: foraging decision in young Tiger Snakes, *Notechis scutatus*. *Amphibia-Reptilia* 28 (2): 304-308.

Addams, J. P. 2005. Home range and behavior of the Timber Rattlesnake (*Crotalus horridus*). M Sc. Thesis. Marshall University. 92 pp.

Bakaloudis, D. E., C. G. Vlachos y G. J. Holloway. 1998. Habitat use by short-toed eagles *Circaetus gallicus* and their reptilian prey during the breeding season in Dardia forest (North-Eastern Greece). *The Journal of Applied Ecology*. 35 (6):821-828.

Barkaszi, M., R. B. Smith & D. R. Breininger. 1995. Home range characteristics of the eastern indigo snake *Drymarchon corais couperi* on John F. Kennedy Space Center, Florida USA. Proceedings of the 38<sup>th</sup> Annual Meeting of the Society for the study of Amphibians and Reptiles. Appalachian State University. Pp-100.

Beck, D. 1995. Ecology and energetics of three sympatric rattlesnakes species in the Sonoran Desert. *Journal of Herpetology*. 29 (2):211-223.

Blouin-Demers, G. y P. J. Weatherhead. 2001. Habitat use by black ratsnakes (*Elaphe obsoleta obsoleta*) in fragmented forest. *Ecology* 83: 2882-2896.

Bonnet, X., G. Naulleau y R. Shine. 1999. The dangers of leaving home: dispersal and mortality in snakes. *Biological Conservation*. 89: 39-50.

Bowen, B. W. y A. L. Bass. 1996. Are naturalists dying off? *Conservation Biology* 10:923-924.

Brito, C. J. 2003. Seasonal variation in movements, home range and habitat use by males *Vipera latastei* in northern Portugal. *Journal of Herpetology*. 37:155-160.



Brown, W. S. 1993. Biology, Status and Management of the Timber Rattlesnake (*Crotalus horridus*): A Guide for Conservation. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, St. Louis, MO.

Brown, G. P., R. Shine y T. Madsen. 2002. Responses of three sympatric snakes to tropical seasonality in northern Australia. *Journal of Tropical Ecology*. 18:549-568.

Brown, G. P., R. Shine y T. Madsen. 2005. Spatial ecology of slatey-grey snakes (*Stegonotus cucullatus*, Colubridae) on a tropical Australian floodplain. *Journal of Tropical Ecology*. 21:605-612.

Ciofi, C. y G. Chelazi. 1991. Radiotracking of *Coluber viridiflavus* using external transmitters. *Journal of Herpetology*. 25(1): 37-40.

Cobb, V. 2005. Initial Den Location Behavior in a Litter of Neonate *Crotalus horridus* (Timber Rattlesnakes). *Southeastern Naturalist*. 4 (4):723-730.

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*. 24:151-157.

Daltry, C.F., T. Ross., R.S. Thorpe y W. Wuster. 1998. Evidence that humidity influences snake activity patterns: A Field Study of the Malayan Pit Viper *Calloselasma rhodostoma*. *Ecography*. 21(1): 25-34.

Durner, G. M. y J. E. Gates. 1993. Spatial ecology of black rat snakes on Remington Farms, Maryland. *Journal of Wildlife Management*. 57(4): 812-826.

Figuroa, A. 2006. Radiotelemetry and behavioral ecology of neonate Southern Pacific Rattlesnakes. M Sc. Thesis. Loma Linda University. 35 pp.

García A. y D. Whalen. 2003. Lizard community structure along an inland desert intertidal transition zone on the coast of Sonora, México. *Journal of Herpetology*. 37: 378-382.

Gienger, C. M., D. Beck., N. C. Sabari y D. L. Stumbaugh. 2002. Dry season habitat use by lizards in a tropical deciduous forest of western Mexico. *Journal of Herpetology*. 36: 487-490-

Gent, A. H., y I. F. Spellerberg. 1993. Movement rates of the Smooth Snake *Coronella austriaca* (Colubridae): A radiotelemetric study. *Herpetological Journal* 3: 140-146.

Grant, J., C. Hopcraft., A.R.E. Sinclair y C. Paker. 2005. Planning for success: Serengeti lions seek prey accesibility rather than abundance- *Journal of Animal Ecology*. 74:559-556.

Greene, H. W. y M. A. Santana. 1983. Field studies of hunting behavior by bushmasters. *American Zoologist*. 23:897.

Greene, H. W. 1997. *Snakes: The Evolution of Mistery in Nature*. University of California Press. 317 pp.

Gregory, P. J., J. M. Mc Cartney y K. W. Larsen. 1987. Spatial patterns and movements. In: Seigel, R. A & J. T. Collins, eds. *Snakes: ecology and evolutionary biology*. New York; Mc Graw- Hill.

Hardy, D. L. y H. W. Greene. 1999. Surgery on rattlesnakes in the field for implantation of transmitters. *Sonoran Herpetologist*. 12 (3): 25-27.

Hardy, D. L. y H. W. Greene. 2000. Inhalation anesthesia of rattlesnakes in the field for processing and transmitter implantation. *Sonoran Herpetologist*. 13(10): 109- 113.

Henderson, R. 1974. Aspects of the ecology of the Neotropical Vine Snake, *Oxybelis aeneus* (Wagler). *Herpetologica*. 30 (1): 19-24.

Henderson, R. y M. A. Nickerson. 1975. Observations on the feeding behaviour and movements of the snakes *Oxybelis aeneus* and *O. fulgidus*. *British Journal of Herpetology*. 5:663-667.

Jenrich, R. I. y F. B. Turner. 1969. Measurement of non circular home range. *Journal of Theoretical Biology*. 22:227-237.

Lawson, D. P. 2006. Observations on the habitat use, home range, and movement of *Bitis gabonica* and *B. nasicornis* (Serpentes: Viperidae) in southwestern Cameroon, Africa. *Herpetological Natural History*. 10 (1):99-104.

Lillywhite, H. B. y R. W. Henderson. 1993. Behavioral and functional ecology of arboreal snakes. Pp-1-48. *In: Seigel, R. A. y J. T. Collins (eds). Snakes: ecology and behavior*. New York; Mc Graw-Hill.

Madrid Sotelo, C. A. 2005. Contribución a la historia natural de *Oxybelis aeneus* y su aplicación en centros de divulgación científica. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 92 pp.

Madrid Sotelo, C. A. 2007. Elección de refugio y sitio de forrajeo en la serpiente *Trimorphodon biscutatus*. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 18: 94-95.

Madsen, T. y R. Shine. 1996. Seasonal migration of predators and prey: pythons and rats in Tropical Australia. *Ecology*. 77:149-156.

Maitland, D.P. 2003. Predation on snakes by the freshwater crab *Eudaniela garmani*. *Journal of Crustacean Biology*. 23(1):241-246.

Martín-Moreno, J. M. y Banegas, J. R. 1997. Sobre la traducción del término inglés odds ratio como oportunidad relativa. *Salud Pública de México*. 39 (1): 72-74.

Mc Cue. M. D. 2007. Snakes survive starvation by employing supply- and demand-side economic strategies. *Zoology* 110 (4): 318-327.

Moreno-Rueda, G. y M. Pizarro. 2007. Snake species richness and shrubland correlate with the short toed Eagle (*Circaetus gallicus*) distribution in south-eastern Spain. *Ann.Zool.Fenici*. 44:314-320.

Mullin, S.J. y R.J. Cooper. 1999. The foraging ecology of the gray ratsnake (*Elaphe obsoleta spiloides*) II. Influence of habitat structural complexity when searching for arboreal avian prey. *Amphibia-Reptilia*. 21:211-222.

Ramírez-Bautista, A. 1994. Manual y Claves ilustradas de los anfibios y reptiles de la región de Chamela, Jalisco, México. Cuadernos del Instituto de Biología No 23. UNAM.122 pp.

Rivas, J.A. 1997. Natural history: hobby or science? *Conservation Biology* 11 (3):811-812.

Rodríguez-Robles, J. A. 1992. Notes on the Feeding behavior of the Puerto Rican Racer, *Alsophis portoricensis* (Serpentes: Colubridae). *Journal of Herpetology*. 26 (19): 100-102.

Roth, E. D. 2005. Spatial ecology of a cottonmouth (*Agkistrodon piscivorus*) population in East Texas. *Journal of Herpetology* 39 (2): 308-312.

Row, J. R. y G. B. Demers. 2006. Kernels are not accurate estimators of home range size for herpetofauna. *Copeia* 4: 797-802.

Rudolph, D.C.,S.J. Burgdorf.,R. Schaefer y R.N. Conner. 1998. Snake mortality associated with late season radio-transmitter implantation. *Herpetological Review*. 29(3):155-156.

Secor, S.M. Y J. M. Diamond. 2000. Evolution of regulatory responses to Feeding in Snakes. *Physiological and Biochemical Zoology*. 73 (2): 123-141.

Sazima, I. y O. A. V. Marques. 2007. A reliable customer: hunting site fidelity by an actively foraging neotropical colubrid snake. *Herpetological Bulletin*. 99: 36-38.

Shine, R., L. X. Sun., M. Fitzgerald y M. Kearney. 2003. A radiotelemetric study of movements and thermal biology of insular Chinese pitvipers (*Gloydius shedaoensis*, Viperidae). *Oikos*. 100(2): 342-352.

Secor, S. M. 1995. Ecological aspects of foraging mode for the snakes *Crotalus cerastes* and *Masticophis flagellum*. *Herpetological Monographs*. 9: 169-186.

Sun, L., R. Shine., Z. Debi y T. Zhengren. 2001. Biotic and abiotic influences on activity patterns of insular pit- vipers (*Gloydius shedaoensis* Viperidae) from north eastern China. *Biological Conservation* 97(3): 387-398.

Taigen, T. L. y F. Harvey Pough. 1983. Prey preference, foraging behavior and metabolic characteristics of frogs. *The American Naturalist*. 122 (4):509-520.

Taylor, E. N., M. A. Malawy., D.M. Browning., S.V. Lemar y D. F. De Nardo. 2005. Effects of food supplementation on the physiological ecology of female western diamond backed rattlesnakes (*Crotalus atrox*). *Oecologia*. 144:206-213.

Tobin, M. E., R. T. Sugihara., P. A. Pochop y M. A. Linnell. 1999. Nightly and seasonal movements of *Boiga irregularis* on Guam. *Journal of Herpetology* 33 (2):281-291.

Weatherhead, P.J. y G. Blouin-Demers. 2004. Long-term effects of radiotelemetry on black ratsnakes. *Wildlife Society Bulletin*. 32 (3):900-906.

Webb, J. K., R. Shine y K. A. Christian. 2005. Does intraspecific niche partitioning in a native predator influence its response to an invasion by a toxic prey species?. *Austral Ecology*. 30:201-209.

Whitaker, P. B. y R.Shine. 2003. A radiotelemetric study of movements and shelter site selection by free ranging brown snakes (*Pseudonaja textilis*, Elapidae). *Herpetological Monographs* 17: 130-144.

Wunderle, J., J. E. Mercado., B. Parresol y E. Terranova. 2004. Spatial Ecology of Puerto Rican Boas (*Epicrates inornatus*) in a Hurricane impacted forest. *Biotropica* 36(4): 555-571.