



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

Búsqueda quimiosensitiva inducida por la mordida
(BQIM) y seguimiento de rastro en dos especies de
serpientes de cascabel *Crotalus aquilus* Klauber, 1952 y

C. ravus Cope, 1865

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
Licenciado en Biología

P R E S E N T A :

ITZEL BERENICE RODRÍGUEZ MERA

DIRECTOR DE TESIS
BIOL. RAÚL RIVERA VELAZQUEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Contenido

Resumen.....	1
Introducción	2
Antecedentes.....	3
Justificación.....	5
Objetivos.....	5
General.....	5
Particulares.....	5
Materiales y Métodos.....	6
Experimento 1 “BQIM”	6
Experimento 2 “Seguimiento de rastro”	7
Resultados.....	7
Experimento 1.....	7
Experimento 2.....	11
Discusión.....	13
Conclusión.....	14
Bibliografía.....	15

Resumen

El éxito de un depredador depende de su habilidad para detectar y capturar a su presa. Esta habilidad puede variar en función a las adaptaciones particulares del depredador y de la presa a las que se enfrentan. Aunque los patrones alimenticios en diferentes especies de reptiles son objeto de numerosos estudios, poco se sabe acerca de las especies que nos ocupan. En el presente estudio se realizó la comparación del fenómeno de quimiorrecepción y seguimiento de rastro entre dos especies de serpientes de cascabel. La quimiorrecepción se realizó bajo dos condiciones: SM (sin mordida) y CM (con mordida) obteniendo un incremento evidente en el número de protrusiones linguales en la segunda prueba (CM) con respecto a la primera (SM). En cuanto a la comparación entre las dos especies no se obtuvieron diferencias significativas. En el caso del seguimiento de rastro se observó que de los 20 organismos estudiados 14 relocalizaron a su presa y los seis restantes no exhibieron esta conducta; cabe señalar, que ningún organismo siguió en su totalidad el rastro marcado con la misma. Con los datos obtenidos en el experimento uno se encontró que entre las dos condiciones (SM y CM) hay diferencias evidentes pero al hacer la comparación entre especies no hubo diferencias significativas. Por otro lado, en el experimento dos se expresó la conducta de seguimiento de rastro.

Introducción

La conducta depredadora de las serpientes de cascabel está bien documentada. Se sabe que son una especie de carácter volátil, es decir, pueden encontrarse tranquilas y de pronto atacar en cuestión de segundos. A pesar de su peligrosidad, estos organismos sólo atacan ante la presencia de una presa o bien, de un posible depredador los cuales son detectados principalmente por medio de señales térmicas y visuales (Hayes, 1993).

Las serpientes de cascabel son depredadores de emboscada que utilizan señales químicas emitidas por la presa, un posible depredador e incluso del ambiente para la selección del sitio y las señales térmicas y visuales para emitir la mordida y envenenar a su presa o atacante (Clark, 2004). Después de la mordida, las serpientes liberan a su presa y por medio de movimientos laterales de la cabeza, aunado a la elevación en el número de protusiones linguales para la detección de señales químicas volátiles y no volátiles, la presa es relocalizada; a este comportamiento se le conoce como Búsqueda Quimiosensitiva Inducida por la Mordida (BQIM) (Cooper *et al.*, 1995; Chiszar *et al.*, 1992).

Las serpientes emplean distintas vías para localizar y capturar a sus presas. La mayor parte de trabajos con relación a patrones alimentarios se han realizado respecto a la BQIM en los cuales se describe y analiza el incremento en el número de exposiciones linguales y los movimientos de rastreo. En vipéridos, se ha observado una combinación de varios órganos de los sentidos para detectar, atacar y relocalizar a su presa, siendo estos; la visión, la termorecepción, sensibilidad a vibraciones y la quimiorrecepción, éste último es el más importante para la reubicación de la presa. Este proceso se lleva a cabo por medio del órgano de Jacobson; que aparte de las funciones mencionadas también sirve para la diferenciación de olores, la distinción entre sexos, especies y conoespecíficos (Saviola *et al.*, 2012).

El veneno de las serpientes puede no sólo tener marcadores químicos que ayuden a ésta a relocalizar a su presa, sino que además el propio olor del pelo y el tegumento aunado a que la presa en la mayoría de las ocasiones libera orina después de ser mordida, ayuda y facilita la relocalización de su presa.

Antecedentes

Los trabajos realizados sobre patrones alimentarios se basan principalmente en la conducta de los organismos. Específicamente en las serpientes, estos estudios se basan en la BQIM.

En 1982 O'Connell y colaboradores estudiaron el comportamiento de vipéridos ante el estímulo visual de una presa. Observaron un total de 33 serpientes adultas que habían sido mantenidas por lo menos dos años en cautiverio. Mantuvieron a todas las serpientes en terrarios de vidrio y las alimentaron con un ratón semanalmente. Sometieron a los organismos a dos pruebas; la primera fue sin mordida en la cual un ratón de 20 g fue suspendido por la cola y una vez que la serpiente lo detecto, éste fue retirado; posteriormente contaron el número de protusiones linguales. La segunda prueba fue exactamente igual sólo que en esta ocasión permitieron que las serpientes mordieran al ratón. Al evaluar sus resultados observaron un incremento significativo en la segunda prueba con respecto a la primera.

Por otro lado, en 1986 Kardong realizó un estudio en el cual el propósito fue identificar los diferentes factores que afectan el comportamiento depredador en serpientes de la especie *Crotalus viridis* que a su vez influye en el envenenamiento y captura de su presa. Los resultados indicaron que las serpientes poseían una reserva de veneno suficiente para envenenar hasta cuatro ratones sin perder su eficacia. Observó que las regiones con mayor frecuencia de mordida fueron la cabeza y el tórax y también que la mordida en estas zonas condujo a la muerte de la presa en menor tiempo. Por otro lado, menciona que la reducción artificial de las reservas de veneno por "ordeña" de las glándulas de veneno produjo un mal envenenamiento de la presa, pero que ningún estímulo cambió el comportamiento básico de mantener/soltar.

Se sabe que las serpientes cuentan con ciertos órganos que les ayudan a la detección de una posible presa. Bajo este contexto, en 1996 Alving y Kardong evaluaron el papel del órgano vomeronasal en serpientes de cascabel y el comportamiento depredatorio. Plantearon la hipótesis de que los olores relacionados con la presa, detectados por el sistema vomeronasal actúan como liberadores para estimular la mordida. En base a esto se puede decir que las serpientes responden a estímulos provenientes de una posible presa lo que nos lleva a patrones alimenticios. En este mismo año Chiszar contribuyó en el estudio de BQIM en serpientes de cascabel *Crotalus viridis* del Pacífico norte de los Estados Unidos. Este estudio fue realizado con organismos que fueron adquiridos por

“Woodland Park Zoological Gardens” y enviado a la Universidad de Colorado en Boulder, Estados Unidos poco después. Las serpientes fueron sometidas a un estudio sobre el incremento de protusiones linguales BQIM a un mes de su llegada a la Universidad de Colorado. Se observó que las serpientes exhibieron valores de frecuencia muy bajos en comparación con los datos de serpientes similares. Un año más tarde midieron nuevamente la frecuencia de protusiones donde obtuvieron un incremento significativo en comparación a la primera prueba, pero aún por debajo del "normal". Por lo tanto, este comportamiento se recuperó cuando las serpientes fueron expuestas a buenas condiciones de cría, se consideró que podían pasar días, meses o años para la recuperación completa. Cabe señalar que los organismos estudiados fueron expuestos a condiciones inadecuadas de cría antes de llegar a Woodland Park Zoological Gardens. En 2002, Rivera realizó un estudio basado en la quimiorrecepción y seguimiento de rastro en la conducta alimentaria de serpientes de la especie *Agkistrodon b. bilineatus*. En este estudio, intentó determinar la capacidad de las serpientes para discriminar rastros químicos de presas mediante la quimiorrecepción bajo condiciones controladas. Encontró que las serpientes exhiben el comportamiento de BQIM. En cuanto al seguimiento de rastro ninguna de las serpientes pudo seguir en su totalidad el rastro de la presa previamente mordida; sin embargo, 25 de las 30 serpientes estudiadas, relocalizaron a su presa.

Por otro lado, Saviola en el 2013 estudió la respuesta quimiosensorial en serpientes de cascabel. En su estudio utilizó 11 serpientes de la especie *Crotalus viridis* las cuales fueron clasificadas por su talla y masa corporal dentro o cerca de la edad adulta. Estos organismos fueron puestos a prueba para determinar su capacidad de respuesta a extractos químicos de presas naturales y no naturales. Se encontró que aunque las serpientes sólo habían comido los ratones de laboratorio (*Mus musculus*), respondieron significativamente a las señales químicas de las presas naturales. Estos resultados sugieren que los cambios ontogenéticos en la capacidad de respuesta a las señales químicas de las presas naturales se encuentran de manera innata y no se basan en el tamaño del cuerpo o la experiencia de alimentación.

Justificación

El realizar estudios sobre el comportamiento de algunas especies en estado silvestre no es una tarea fácil ya que las observaciones de sus actividades deben ser a distancia para no ser alteradas lo que dificulta su estudio, como es el caso de la serpiente de cascabel. En este contexto, para saber más sobre el comportamiento de estos organismos, es necesario realizar estudios en cautiverio; esto implica que tal vez el comportamiento no sea el mismo al de un organismo silvestre pero se hace una aproximación. Por esta razón es que la mayoría de estudios sobre quimiorrepción se han realizado con organismos que como mínimo llevan dos años en cautiverio. Es por esto que se propone el presente trabajo cuya finalidad es conocer más sobre la reacción ante un estímulo y aspectos de su etología (comportamiento) que en condiciones silvestres sería muy complejo observar y/o estudiar.

Objetivos

General

- Comparar la quimiorrepción y BQIM en dos especies de serpientes de cascabel.

Particulares

- Evaluar cuantitativamente el número de protrusiones de la lengua de las serpientes antes y después de morder a la presa para saber si existe diferencia significativa entre ellos.
- Determinar si las serpientes exhiben el comportamiento de BQIM.
- Determinar si las serpientes presentan la conducta de seguimiento de rastro.
- Definir si hay diferencias significativas entre las dos especies estudiadas.

Materiales y Métodos

El laboratorio de herpetología “Vivario” de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala cuenta con 21 organismos de las dos especies *Crotalus ravus* (11) y *C. aquilus* (10); de los cuales 20 fueron seleccionados para este estudio. Todos los animales son adultos y han sido mantenidos en cautiverio durante al menos dos años; cabe señalar, que todos los organismos estudiados provienen del medio silvestre es decir, ninguno nació bajo la condición de cautiverio. Estos han sido alimentados dos veces al mes con un ratón (15 a 20g) sacrificado minutos antes de ofrecérselo. El estudio constó de dos experimentos.

Experimento 1 “BQIM”

Se observaron un total de 20 organismos de las especies *C.aquilus* (10) y *C. ravus* (10). Las serpientes fueron mantenidas en peceras de vidrio de 40 l en forma individual dos días antes de ser sometidas a las pruebas. Como sustrato se utilizó periódico. El experimento siempre se realizó en un área aislada del laboratorio con la finalidad de evitar cualquier tipo de estímulo.

Cada serpiente fue observada bajo dos condiciones; la primera fue en condición SM (sin mordida), donde se suspendió por la cola un ratón vivo (20 g) con ayuda de unas pinzas largas; se introdujo en el encierro de la serpiente durante cinco segundos, a una distancia fuera de la distancia de ataque (alrededor de 15 cm de la cabeza de la serpiente), si la serpiente se movió hacia el ratón, la presa fue alejada para mantenerla fuera del alcance de ataque. Tras la presentación del ratón durante los cinco segundos se retiró y se procedió a cerrar la pecera; posterior a esto se registró el número de protrusiones de la lengua durante 15 min. Esto se hizo mediante un contador de mano. La segunda fue la condición CM (con mordida), se introdujo un ratón muerto, recién sacrificado y en esta ocasión se le permitió a la serpiente morderlo. Después de ser mordida, la presa fue retirada y se registró el número de protrusiones de la lengua durante 15 min. Esta prueba se realizó 24 hrs. después de haber realizado la prueba anterior. Este tratamiento se llevó a cabo en todos los organismos.

Experimento 2 “Seguimiento de rastro”

En este experimento se intentó determinar si las serpientes exhiben el comportamiento de seguimiento de rastro. En esta fase se acondicionó un encierro en la zona de exhibición del Vivario; dentro de este encierro se introdujo una serpiente y se le dejó en reposos durante 24 hrs. Una vez transcurrido este lapso de tiempo se sacrificó un ratón (15-20 g.) y se le ofreció a la serpiente; después de ser mordido se trazó un rastro a lo largo del encierro buscando que el ratón quedara en el lado opuesto donde fue mordido. Finalmente, por medio de un cronómetro y una cámara de video de la marca canon se tomó registro del tiempo que tardó la serpiente en seguir el rastro y en su caso sí logró relocalizar a su presa. Cabe mencionar que para las pruebas de seguimiento de rastro se tomó un máximo de 30 minutos para que las serpientes recorrieran el rastro en su totalidad.

Resultados

Experimento 1

En base a lo descrito por algunos autores las serpientes responden a estímulos provenientes de una presa o un posible depredador, éstos estímulos pueden ser de diferente índole (visuales, térmicos, químicos, etc.). Por otro lado, se observa que las serpientes se mantienen inmóviles hasta que la presa se encuentra dentro de su intervalo de visión que, de acuerdo a diferentes autores, es el primer sentido que responde ante un estímulo.

En los organismos estudiados se observó que una vez que detectaron a la presa, las serpientes respondieron con la conducta de BQIM lo que implicó que la serpiente empezara a emitir protuciones linguales, en primera instancia bajo la condición SM. Estas protuciones se incrementaron cuando se le permitió a la serpiente morder a la presa, condición CM. Con esto se comprobó que los 10 organismos estudiados de la especie *C. ravus* exhibieron el comportamiento de BQIM al observar que estos comenzaron a tener protuciones linguales bajo la condición SM y éstas se incrementaron después de haber mordido a su presa condición CM como se observa en la Figura 1.

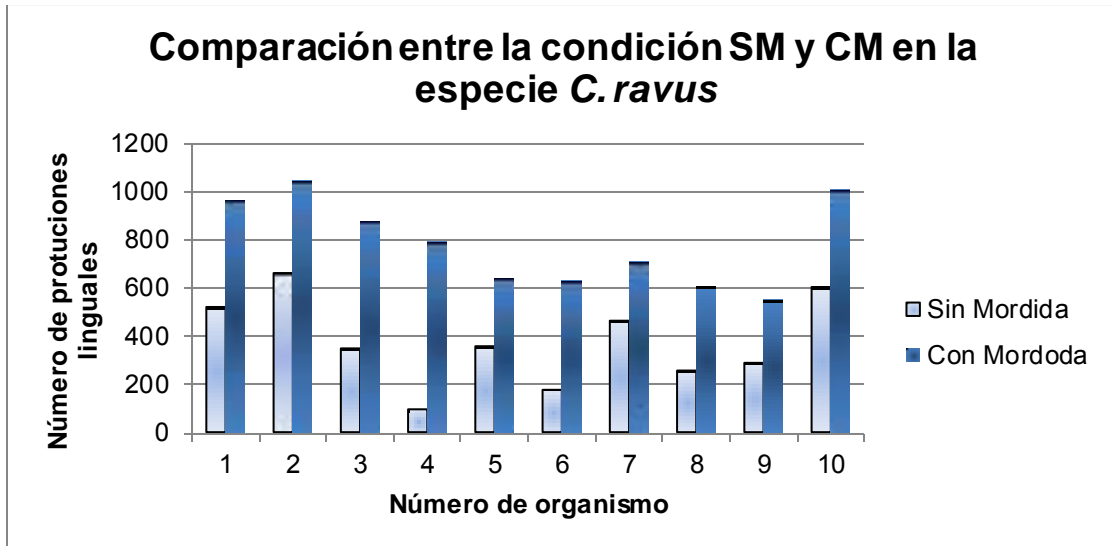


Figura 1. Comparación entre el número de protusiones linguales obtenido en la condición SM con respecto a la condición CM en cada organismo estudiado de la especie *C. ravus*.

En el caso de la especie *C. aquilus* bajo las mismas condiciones (SM y CM) los resultados obtenidos fueron similares a los de la especie *C. ravus*. Las serpientes se mantuvieron en reposo hasta que recibieron un estímulo visual, el cual se vio reflejado en la conducta de BQIM donde las serpientes empezaron a emitir protusiones linguales bajo la condición SM. Por otro lado, el número de protusiones linguales se incrementó cuando las serpientes mordieron a su presa, condición CM, como se muestra en la Figura 2.

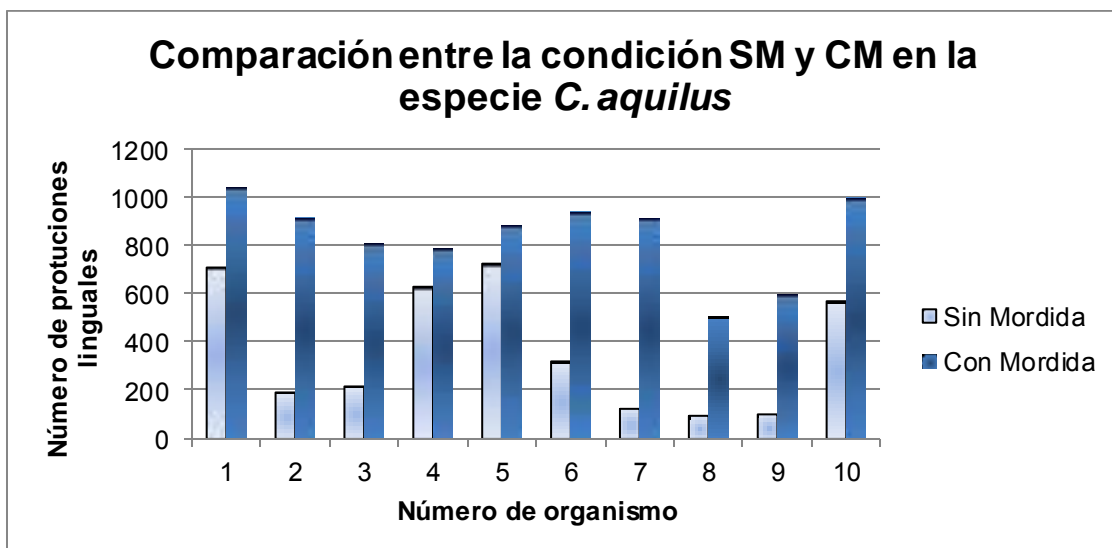


Figura 2. Comparación entre el número de protusiones linguales obtenido en la condición SM con respecto a la condición CM en cada organismo estudiado de la especie *C. aquilus*.

Con respecto a las condiciones SM y CM no hay diferencias significativas entre las dos especies cuando se habla de la misma condición (SM o CM) pero no así cuando se trata de condiciones diferentes dentro de la misma especie (condición SM con respecto a la condición CM) como se muestra en la Figura 3, donde se observa que ambas especies bajo la misma condición (SM o CM) no presentaron diferencias significativas.

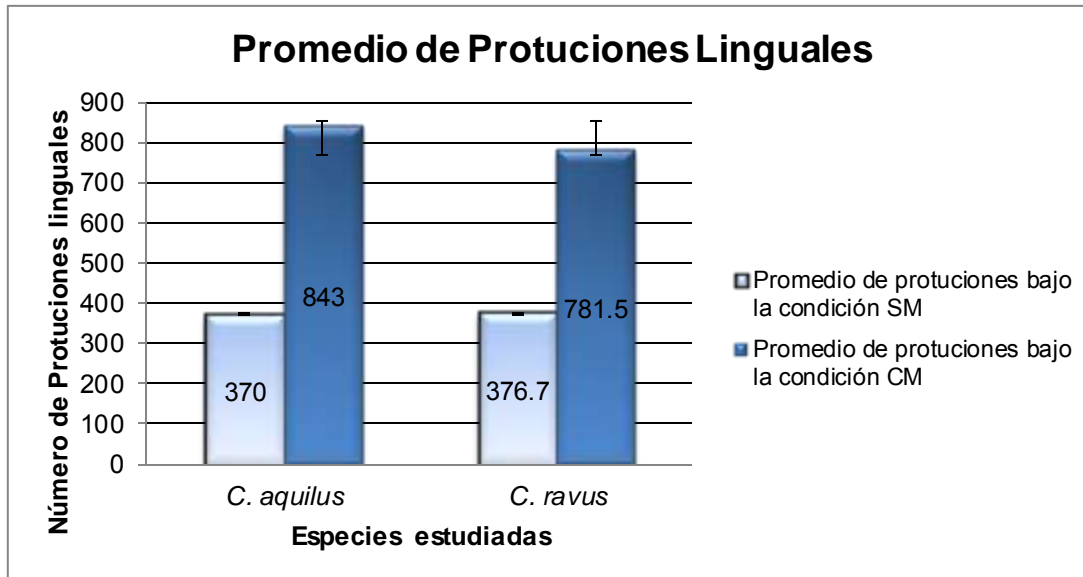


Figura 3. Comparación entre el número de protuciones linguales bajo las condiciones SM y CM en las dos especies estudiadas (basada en los promedios de todas las observaciones realizadas durante el estudio para cada especie bajo las dos condiciones). Las líneas verticales representan el error estándar de la media.

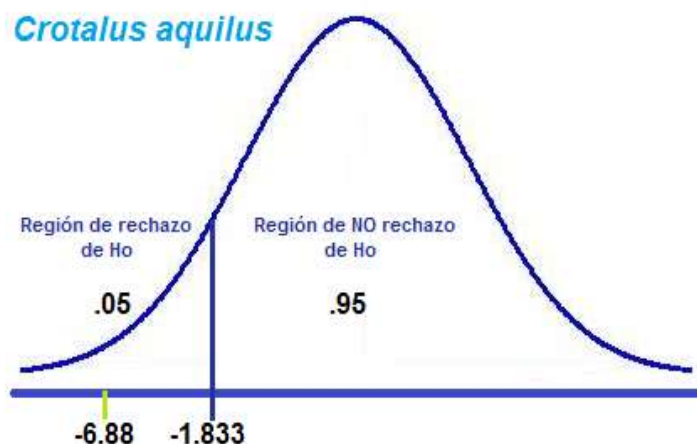


Figura 4. En base a los resultados obtenido en el estadístico empleado (prueba de t) el número de protuciones linguales bajo la condición Con Mordida aumentó significativamente con respecto a la condición Sin Mordida en la especie *C. aquilus*.

Por otro lado, para los datos obtenidos se realizó una prueba de t para la comparación de dos tratamientos (condición SM y CM). Este análisis fue realizado en las dos especies estudiadas.

Las hipótesis fueron planteadas para ambas especies esperando encontrar diferencias significativas entre la condición CM con respecto a las condición SM en la misma especie. Posterior al planteamiento de las hipótesis se realizaron tres cálculos con los datos obtenidos de la especie *C. aquilus*. Para el estadístico se calculó el promedio de las diferencias entre la condición CM con respecto a la condición SM = D_i -473 y la desviación estándar $S_D = 217.35$. Finalmente, se calculó el valor de $t_o = -6.88$. Por otro lado, para finalizar con el estadístico se buscaron los g. l. = $10-1=9$ con un nivel de significancia de $\alpha = .05$ (para una cola) en una tabla de valores críticos de t . El valor obtenido fue $t_{9}^{.05} = -1.833$ (Figura 4).

Para la especie *C. ravus* se utilizó el mismo procedimiento; en primera instancia se calculó el promedio de $D_i = -404.8$ posterior a esto se calculó la desviación estándar $S_D = 137.04$ y finalmente se obtuvo el valor de $t_o = -9.34$. Para finalizar con el estadístico se buscaron los g. l. = $10-1=9$ con un nivel de significancia de $\alpha = .05$ (para una cola). El valor obtenido fue $t_{9}^{.05} = -1.833$ (Figura 5).

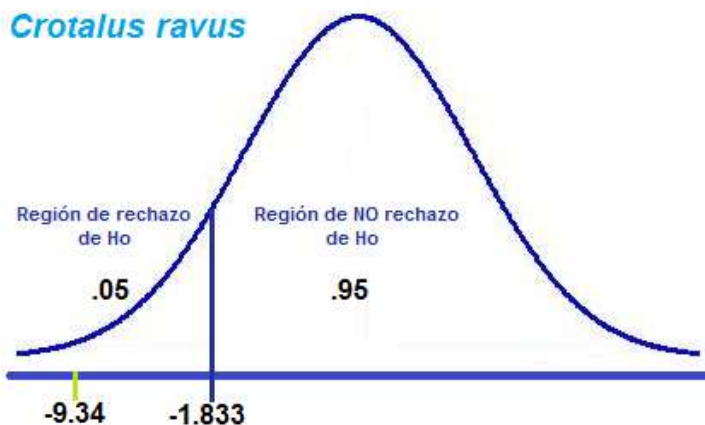


Figura 5. En base a los resultados obtenido en el estadístico empleado (prueba de t) el número de protuberancias linguales bajo la condición Con Mordida aumentó significativamente con respecto a la condición Sin Mordida en la especie *C. ravus*.

Se encontró que en ambos casos la t_o fue menor que $-t_{9}^{.05}$. Por lo tanto, siguiendo la regla de decisión: Rechazar H_o si $t_o < -t_{9}^{.05}$, se rechazó hipótesis nula y se encontró que las dos especies presentan diferencias significativas entre condiciones (condición CM con respecto a la condición SM).

Experimento 2

En esta fase experimental se obtuvo que de los diez organismos estudiados de la especie *C. ravus* ocho lograron relocalizar a sus respectivas presas y los dos organismos restantes no exhibieron esta conducta como se observa en el Cuadro 1. Cabe resaltar que de los 8 organismos que lograron relocalizar a su presa tres de ellos estuvieron en constante movimiento desde la mordida hasta lograr relocalizar a su presa; por otro lado, los organismos restantes aunque lograron relocalizar a su presa tardaron más tiempo en moverse del lugar inicial donde la presa fue mordida. Los dos organismos que no exhibieron la conducta (uno y cinco) posterior a la mordida no se movieron de lugar y tampoco intentaron relocalizar a su presa (obsérvese Cuadro 1).

Cuadro 1. Muestra el tiempo que tardó cada serpiente de cascabel de la especie *C. ravus* en relocalizar a su presa (ratón mordido). De los 10 organismos estudiados solo el 1 y 5 no exhibieron la conducta de seguimiento de rastro, los restantes lograron relocalizar a su presa; cabe señalar que ningún organismo siguió el rastro en su totalidad

<i>Crotalus ravus</i>		
Número de Organismo	Tiempo (min.)	Observaciones
1	30:00	No se observó la conducta de seguimiento de rastro
2	18:23	Posterior a la mordida la serpiente tardó 15:00 min en moverse para relocalizar a su presa.
3	9:55	Posterior a la mordida la serpiente tardó 2:50 min en moverse para relocalizar a su presa.
4	1:32	Posterior a la mordida la serpiente inmediatamente siguió el rastro.
5	30:00	No se observó la conducta de seguimiento de rastro.
6	18:43	Posterior a la mordida la serpiente se mantuvo en movimiento.
7	3:23	Posterior a la mordida la serpiente tardó 1.48 min en moverse para relocalizar a su presa.
8	1:34	Posterior a la mordida la serpiente inmediatamente siguió el rastro.
9	2:20	Posterior a la mordida la serpiente inmediatamente siguió a la presa.
10	23:51	Posterior a la mordida la serpiente tardó 8:16 min en moverse para relocalizar a su presa.

En cuanto a la especie *C. aquilus* se obtuvo que de los diez organismos estudiados seis lograron relocalizar a sus respectivas presas y los cuatro organismos restantes no exhibieron esta conducta como se observa en el Cuadro 2. Cabe destacar que de los seis organismos que lograron relocalizar a su presa el número nueve estuvo en constante movimiento desde la mordida hasta lograr relocalizar a su presa; por otro lado, los organismos restantes aunque lograron relocalizar a su presa tardaron más tiempo en moverse del lugar inicial donde la presa fue mordida. Los cuatro organismos que no exhibieron la conducta posterior a la mordida no intentaron relocalizar a su presa (obsérvese Cuadro 2).

Cuadro 2. Muestra el tiempo que tardó cada serpiente de cascabel de la especie *C. aquilus* en relocalizar a su presa (ratón mordido). De los 10 organismos estudiados los números 3, 2, 6 y 7 no exhibieron la conducta de seguimiento de rastro, los restantes relocalizaron a su presa; cabe señalar que ningún organismo siguió el rastro en su totalidad.

<i>Crotalus aquilus</i>		
Número de Organismo	Tiempo (min.)	Observaciones
1	12:02	No siguió por completo el rastro marcado. Ignoró al ratón una vez relocalizado.
2	30:00	No se observó la conducta de seguimiento de rastro.
3	30:00	No se observó la conducta de seguimiento de rastro.
4	4.15	Posterior a la mordida la serpiente tardó 1.18 min en moverse para relocalizar a su presa.
5	8:12	Posterior a la mordida la serpiente tardó 3:47 min en moverse para relocalizar a su presa.
6	30:00	No se observó la conducta de seguimiento de rastro.
7	30:00	No se observó la conducta de seguimiento de rastro.
8	14.25	Posterior a la mordida la serpiente tardó 10.07 min en moverse para relocalizar a su presa.
9	18.27	Posterior a la mordida la serpiente inmediatamente siguió el rastro.
10	7.43	Posterior a la mordida la serpiente tardó 5.19 min en moverse para relocalizar a su presa.

Discusión

Se sabe que las serpientes de cascabel detectan a su presa principalmente por medio de señales visuales y térmica posterior a esto la muerden y liberan para evitar alguna lesión por parte de la presa; al ser liberada, la presa vaga hasta sucumbir por el veneno lo que da lugar a el comportamiento de BQIM y seguimiento de rastro (Melcer *et al.*, 1990; Hayes 1993). Es posible observar este comportamiento por medio de los movimientos de búsqueda y la aparición o incremento en el número de protuciones linguales lo que refleja un estímulo en las serpientes.

El incremento en el número de protuciones linguales reportados por otros autores (Ballinger *et al.*, 1992; Waters *et al.*, 1996) en otras especies para las condiciones sin mordida y con mordida de una presa, se mantienen de manera similar en el presente estudio, observándose un incremento en el número de protuciones linguales de los 20 organismos estudiados. Los trabajos realizados con anterioridad se hicieron con organismos silvestres que fueron capturados y que han permanecido mínimo de dos a cuatro años en cautiverio (Chizar *et al.*, 1992; Kardong, 1993). En otros estudios se ha trabajado directamente con observaciones en campo (Diller, 1990). Cabe señalar que el presente estudio fue realizado con organismos que han pasado al menos cuatro años de su vida en cautiverio lo que indica que el aumento en las protuciones linguales no se ve alterado bajo esta condición.

Por otro lado en las pruebas de seguimiento de rastro se observó que de los 20 organismos estudiados solo 14 siguieron el rastro hasta su finalización y por lo tanto lograron relocalizaron a su presa. En estos casos, es de suponer que al no exhibir la conducta de seguimiento de rastro la mordida se relaciona más a una conducta defensiva que a la intención de buscar alimentarse. Hayes en 1993 mencionó que la medida en que la secuencia del comportamiento de BQIM varía o tiene éxito puede depender de una variedad de factores incluyendo la motivación de la serpiente para comer y que esta motivación puede variar considerablemente con el estado digestivo de un organismo y puede alterar significativamente el comportamiento depredador. En base a lo descrito por otros autores, todas las serpientes adquieren información química mientras muerden (Melcer *et al.*, 1990) y después de identificar el rastro de la presa mordida son capaces de seguirlo sin cambiar de dirección hasta reencontrarla (Chizar *et al.*, 1990). Cabe resaltar

que de los 14 organismos que presentaron el comportamiento de seguimiento de rastro nueve tardaron algunos minutos en iniciar con la relocalización; Hayes en 1993 menciona que el retraso de varios minutos entre la mordida y el comienzo de la BQIM y seguimiento de rastro es probablemente una adaptación conductual que reduce lesiones de represalia por la presa envenenada lo que se conoce como “Inmovilidad post-mordida”; esto sugiere que los cinco organismos restantes pudieron modificar su conducta alimentaria en respuesta al hambre al no tardar ningún minuto en seguir el rastro de su presa.

Sin embargo, para las serpientes restantes, que no siguieron el rastro marcado, se presume que existen diversas causas posibles para no hacerlo; algunas de ellas podrían ser que el envenenamiento no sea exitoso, bajo esta condición la serpiente no exhibiría el comportamiento de búsqueda (Cooper, 1989); por otro lado, se sabe que dosis variadas de veneno llevan a diferentes respuestas en el comportamiento de la serpiente después de la mordida (Chiszar *et al.*, 1999), tal vez la más relevante, para este estudio, es la influencia del cautiverio, ya que estos organismos al ser alimentados la presa es colocada a centímetros del mismo así que no es necesario que expresen este comportamiento. De esta manera, se cree que la expresión de esta conducta pudo sufrir alteraciones o incluso reprimirse (O'Connell *et al.*, 1981).

Conclusión

- En base a lo observado y al estadístico empleado para la prueba de BQIM en las dos especies *C. ravus* y *C. aquilus* se puede concluir:
Como $t_o = -9.34$ (*C. ravus*) y $t_o = -6.88$ (*C. aquilus*) fueron menores que $t_9^{.05} = -1.833$ se rechazó la H_o y se concluye que sí existieron diferencias significativas al observarse un incremento en el número de protusiones linguales bajo la condición CM con respecto a la condición SM en ambas especies.
- Por lo tanto, en base a los resultados obtenidos se concluye que los 20 organismos estudiados exhibieron la conducta de BQIM.
- En cuanto al seguimiento de rastro, 14 de los 20 organismos estudiados exhibieron ésta conducta.
- Finalmente, no se encontraron diferencias significativas entre las dos especies.

Bibliografía

Ballinger R. E., N. R. Coady, J. M. Prokop and J. A. Lemos-Espinal, 1992. Strike-Induced Chemosensory Searching: Variation among Lizards. Transaction of the Nebraska Academy of Sciences. XIX:43-47.

Chiszar D., T. Melcer, R. Lee, C. W. Radcliffe and D. Duvall, 1990. Chemical Cues User by Prairie Rattlesnakes (*Crotalus viridis*) to follow trails of rodent prey. Journal of Chemical Ecology. Vol. 16, No. 1, 79-86

Chiszar D., R. Lee, C. W. Radcliffe and H. M. Smith, 1992. Searching behaviors by rattlesnakes following predatory strikes. In: Campbell JA, Brodie ED Jr eds. Biology of the Pitvipers, Tyler, Texas: Selva, 369-382.

Campbell J. A. and W. W. Lamar, 2004. The venomous reptiles of the western hemisphere, vol. II. Comstock/ Cornell University Press, Ithaca, New York. 870 p..

Clark R. W., 2004. Timber rattlesnakes *Crotalus horridus* use chemical cues to select ambush sites. Journal of Chemical Ecology. 30: 607-617.

Cooper W. E. Jr. 1989. Strike-induced chemosensory searching occurs in lizards. Journal of Chemical Ecology. 15:1311–1320.

Cooper W. E. Jr. and J. Arnett, 1995 Strike-induced chemosensory searching in the Gila Monster. Copeia 1995 (1): 89-96.

Diller L. V., 1990. A Field Observations on the Feeding Behavior of *Crotalus viridis lutosus*. Journal of Herpetology. Vol. 24. No.1, pp.95-97.

Hayes W. K., 1993. Effects of Hunger on Striking, Prey-handling, and Venom Expenditure of Prairie Rattlesnakes (*Crotalus v. viridis*). Herpetologica, 49(3), 305-310.

Kardong K. V., 1993. The Predatory Behavior of the Northern Pacific Rattlesnake (*Crotalus viridisoreganus*): Laboratory versus Wild Mice as Prey. Herpetologica. 49(4), 457-463.

Melcer T., D. Chiszar and H. M. Smith, 1990. Strike-induced chemical preferences in rattlesnakes: role of chemical cues arising from the diet of prey. Bulletin of the Maryland Herpetological Society. Vol. 26 No. 1, 1-4.

O'Connell B., D. Chiszar and H. M. Smith, 1981. Poststrike behavior in cottonmouths (*Agkistrodon piscivorus*) feeding on fish and mice. Bulletin Philadelphia Herpetological Society. 29:3–6.

Rivera V. R., 2002. Contribución al conocimiento de la quimiorrecepción en la conducta alimentaria de la serpiente *Agkistrodon b. bilineatus*, Tesis de Licenciatura, México; Edo. Mex., Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. 28pp.

Saviola A. J., V. J. McKenzie and D. Chiszar, 2012. Chemosensory responses to chemical and visual stimuli in five species of colubrid snakes. Acta Herpetologica 7: 91-103.