



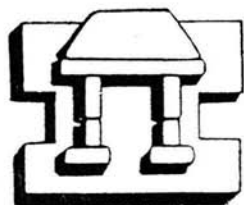
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA
QUIMIORECEPCION EN LA CONDUCTA
ALIMENTARIA DE LA SERPIENTE *AGKISTRODON*
B. BILINEATUS, GUNTHER 1864; SQUAMATA:
SERPENTES: VIPERIDAE.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A
RAUL RIVERA VELAZQUEZ

DIRECTOR DE TESIS: BIOL. AMAYA GONZALEZ RUIZ



IZTACALA

LOS REYES IZTACALA, TLAL. EDO. MEX.

MARZO, 2002



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.



U.N.A.M. CAMPUS

INDICE

IZT.

Dedicatorias.....	i
Agradecimientos.....	ii
Resumen.....	I
Introducción.....	1
Antecedentes.....	4
Objetivos.....	9
Metodología.....	10
Análisis Estadístico.....	13
Resultados.....	14
Discusión.....	18
Conclusiones.....	22
Bibliografía.....	24
ANEXO I.....	II
ANEXO II.....	III
ANEXO III.....	IV

DEDICATORIAS

Dedico el presente trabajo a tres mujeres admirables: Cristina, Rosa y Ma Eugenia Velázquez, con quienes estaré en deuda toda mi vida. Gracias al sacrificio enorme de ustedes estoy hoy aquí. Les agradezco infinitamente todo el amor y apoyo recibido a lo largo de tantos años. Esto es para ustedes.

A mis hermanos: Vicente, Juan Luis y Eduardo, con quienes he compartido tantos momentos buenos y malos... y seguimos unidos. Ojalá y así sea siempre. Gracias por sus palabras de aliento y apoyo. Vicente, sabes que siempre te he admirado y has sido un ejemplo a seguir para mí...Gracias.

A Liliana Quiroz Velázquez, por la confianza que has depositado en mí y que no defraudaré; espero que esto sea un estímulo para que consigas tus metas.

A Elizabeth Rubio Macías, gracias por todo tu apoyo, amor, confianza y comprensión. Jamás olvidaré el esfuerzo y sacrificio que hiciste para alentarme a seguir adelante.

En ti he encontrado a mi otra mitad, Te amo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Biol. Amaya González Ruiz el haber dirigido el presente trabajo y su apoyo incondicional para la realización del mismo.

Al Biol. Enrique Godínez Cano por sus atinadas aportaciones a este proyecto. Además de su vasta experiencia y conocimientos en el tema. A ambos por su amistad sincera.

Al Biol. Felipe Correa Sánchez por sus brillantes observaciones que enriquecieron el contenido de este trabajo. Gracias por tu amistad.

Al M. en C. Rodolfo García Collazo por aceptar ser revisor de este trabajo y que sin duda sus consejos y aportaciones son invaluable. Gracias por tu amistad.

Al Dr. Julio Lemos Espinal por sus conocimientos, comentarios y sugerencias para el enriquecimiento del presente trabajo.

Al Biol. Tomás Villamar Duque por la ayuda desinteresada y aportar puntos importantes a este trabajo.

A las Biol. Rosario García Alavés y Mónica Patiño, gracias por su amistad, apoyo y palabras alentadoras en todo momento.

A Librado, Victor Luja, Lulú, Martha, Carlos, Isaac y a toda la gente del Vivario que de alguna manera compartieron conmigo y ayudaron a la realización de este trabajo.

RESUMEN

La quimiorrecepción en cantiles es poco conocida, los trabajos más sobresalientes en este rubro se han enfocado a serpientes de cascabel principalmente. Con respecto a la especie que nos ocupa es relativamente poco lo que se ha estudiado en cuanto a su comportamiento. Sólo existen algunos escritos con respecto a su carácter agresivo y nervioso, además de su mortal veneno, que datan de fines de los años veinte. En 1979 se publicó un trabajo sobre quimiorrecepción en cantil, pero con datos provenientes de tan sólo dos organismos; concluyendo que sólo tenía un modesto incremento en el número de protusiones de la lengua después de presentarles el ratón y que este número se incrementaba enormemente después de morderlo. Además también se concluyó que la Búsqueda Quimiosensitiva Inducida por la Mordida estaba presente en esta especie. Los trabajos realizados involucran, en todos los casos, animales que han sido capturados. En este caso los organismos sujetos de estudio son nacidos en cautiverio y jamás han estado en contacto con ningún ambiente natural, por lo que es de suma importancia profundizar mucho más en el aspecto etológico de esta especie bajo estas condiciones y tener un parámetro de comparación entre los datos reportados y los resultados obtenidos en este proyecto. Se utilizaron 30 serpientes, procedentes de la misma madre, que nacieron entre Mayo de 1991 y Mayo de 1993. Todas ellas son alimentadas cada dos semanas con ratones que pesan entre 20 y 30 gramos; estos son sacrificados por dislocación cervical e inmediatamente después son ofrecidos a las serpientes, sostenidos por pinzas, dejando que éstas muerdan a la presa antes de comerla. La temperatura del laboratorio se mantuvo en 28°C durante el día y 25°C durante la noche. Las serpientes permanecieron en sus encierros individuales hechos de madera con puerta de acrílico cristal (30x30x35 cm.), en todas las pruebas realizadas. Estas pruebas consistieron en determinar la línea base, equivalente al número de protusiones de la lengua estando el animal en reposo; el conteo se realizó durante 10 minutos con un contador manual y un cronómetro. Posteriormente se le presentó un ratón vivo justo fuera del radio de alcance de la mordedura de la serpiente y se esperó a que ésta intentara morderlo sin que lo lograra, inmediatamente después se procedió a contar el número de protusiones durante otros 10 minutos. Finalmente se repitió la prueba pero en esta ocasión se le permitió a la serpiente morder al ratón, el cual había sido previamente sacrificado; se retiró éste y se procedió a contar el número de protusiones durante otros 10 minutos. Cabe señalar que el espacio de tiempo entre cada prueba fue de 24 hrs. Los resultados obtenidos mostraron que para la condición en reposo el conteo fue de 0 para todos los casos; para la condición de no mordida el promedio fue de 156.8 prot./min. y para la condición de mordida el promedio fue de 301.4 prot./min. Por lo que podemos decir, después de la prueba estadística correspondiente, que sí existen diferencias significativas entre las tres condiciones experimentales y que además también exhiben el comportamiento de Búsqueda Quimiosensitiva Inducida por la Mordida. En cuanto a la fase de descripción de las características de seguimiento de rastro de una presa previamente mordida, encontramos que ninguna de las serpientes pudo seguir dicho rastro en su totalidad; sin embargo 25 serpientes de las 30 estudiadas llegaron hasta el final y comieron a su presa.

INTRODUCCION

La alimentación es un evento fundamental en la vida de todo organismo y las estrategias para conseguirlo son muy variadas. Estas pueden ser desde recorrer grandes distancias para localizar pastos y hojas, hasta las más complejas que pueden tornarse en verdaderas cacerías sobre la base de entramadas estructuras sociales, como en el caso de los grandes depredadores (Stanford *et al.*, 1994). Sin embargo dentro de esta amplia gama de estrategias podemos encontrar aquellas que no necesariamente se llevan a cabo en grupo, tal es el caso de los reptiles, los cuales son generalmente organismos solitarios y por ende las formas de cazar a sus presas son distintas pero no por ello dejan de ser interesantes.

Los estímulos visuales son de gran importancia para la detección de la presa y en algunos reptiles escamosos (serpientes y lagartijas) son los que funcionan en primera instancia (Nicoletto, 1985). Aparentemente en lagartijas la primera atracción es la del movimiento y es una señal importante para conducirlos hacia la presa. También se ha demostrado que la talla de la presa afecta la elección de la misma; las lagartijas prefieren presas grandes de insectos en movimiento (McGovern *et al.*, 1984). Otro sentido de gran importancia en los reptiles es el olfato y la quimiorrecepción; esta última es primordial para eventos como la búsqueda, localización y diferenciación de olores de la presa, distinguir entre sexos, especies y conespecíficos (Cooper y Vitt, 1989, 1986; Burghardt, 1980; Simon, 1983; Cooper, 1989a).

Las serpientes en general poseen un sistema quimiosensitivo muy desarrollado, así como un sistema accesorio olfativo(vomeronasal) también conocido como Órgano de Jacobson el cual es utilizado en la localización de la presa, identificación de la misma, localización de agrupaciones de conespecíficos y pareja (Downes,1999; Golan *et al.*, 1982)

En serpientes la quimio-recepción es fundamental como se mencionó anteriormente. En el caso de éstas se conocen dos maneras principales de conseguir su alimento. Las especies inofensivas, tales como las boas, pitones, etc. matan por constricción, esto es, localizan a su presa, la muerden y la enrollan con todo su cuerpo apretándola hasta asfixiarla, posteriormente empiezan a engullirla. En el caso de las especies venenosas un gran número de ellas muerde a sus presas, inyectan el veneno y las liberan; entonces comienzan a rastrearla (Chiszar *et al.*, 1986; Radcliffe *et al.*, 1986). Este comportamiento tiene enormes ventajas, ya que al soltar a la presa se elimina el riesgo de ser herido por un animal que hace intentos por liberarse o escapar (Chiszar & Radcliffe 1989).

Después de unos minutos que la serpiente ha liberado a su presa, ya envenenada, comienza a tener protusiones de la lengua con mayor frecuencia, es decir, que el número de protusiones por unidad de tiempo aumenta (Chiszar *et al.*, 1979,1986). Estas protusiones desencadenan todo un comportamiento de rastreo hacia la presa, hasta su localización, aún después de que la misma haya recorrido varios metros antes de morir por efecto del veneno (Furry *et al.*, 1991).

La búsqueda quimiosensitiva inducida por la mordida (BQIM) es un comportamiento exhibido por ciertos reptiles que presumiblemente aumenta la detección y la probabilidad de recuperación de la presa después de un intento de alimentación, más que un simple lengüeteo asociado a la exploración vomeronasal generalizada del ambiente durante la búsqueda u otro comportamiento(Chiszar *et al.*, 1993a). Esta BQIM también ocurre en serpientes inofensivas (Cooper *et al.*, 1989).

Aunque se sabe que el proceso de localización de una presa, previamente mordida, mediante la quimio-recepción es fundamental en serpientes de cascabel, este es un fenómeno poco conocido y documentado en *Agkistrodon b. bilineatus*, por lo que el presente trabajo tiene la intención de conocer la importancia de éste fenómeno en esta especie, bajo condiciones de cautiverio.

ANTECEDENTES

En trabajos realizados con Anuros (*Bufo marinus*), en quienes se sabe está bien desarrollado el órgano de Jacobson, se ha podido comprobar que efectivamente utilizan rastros olfatorios para localizar su alimento (Rossi, 1983).

Algunos estudios efectuados en reptiles se han enfocado en saurios en quienes se ha medido el aumento en el número de protrusiones de la lengua después de morder a la presa (Cooper, 1992) y para discriminar el olor de la presa con respecto a otros rastros (Cooper. & Vitt, 1989; Cooper *et al.*, 1996; Cooper, 1989b, 1994). Otros se han enfocado en observar el comportamiento de la BQIM en algunas especies de saurios, encontrando diferencias al nivel de familia (Ballinger *et al.*, 1992).

Investigaciones realizadas en serpientes se han concretado a cuantificar variables tales como el número de protrusiones de la lengua del animal antes y después de presentarles ó morder una presa; el comportamiento rastreador es otro punto en el que han trabajado intensamente con serpientes de cascabel; en ellas se ha podido comprobar que la serpiente debe morder a la presa antes de seguir un rastro o de lo contrario el comportamiento de rastreo no se observa (Golan *et al.*, 1982; Furry *et al.*, 1991).

Otros autores han realizado estudios tratando de encontrar diferencias entre el número de protusiones de la lengua durante el día y la noche encontrando que tienen típicamente el mismo patrón con un leve incremento en el número de protusiones durante la noche (O'connell *et al.*, 1983). Algunos más han trabajado colocando serpientes dentro de un terrario con rastros de interespecíficos y conoespecíficos para observar los cambios de conducta contra un rastro u otro (King *et al.*, 1983). Otros más incluso han colocado diferentes sustancias sobre las escamas labiales, tales como agua, sangre de roedor y rastros de tegumento para ver en cual de ellas tiene mayor respuesta. (Chiszar *et al.*, 1993b).

También se han hecho trabajos de campo en los que se ha estudiado la BQIM y el seguimiento posterior del rastro en *Crotalus durissus unicolor* (Goode *et al.*, 1990). Algunos experimentos específicos sobre el comportamiento depredador de las serpientes de cascabel han sido descritos; especímenes que han sido criados en cautiverio dentro de zoológicos han demostrado que pueden actuar de manera similar a la de sus conoespecíficos capturados sugiriendo que tienen la habilidad necesaria para cazar en sus ambientes naturales (Chiszar *et al.*, 1993a).

El patrón de comportamiento al parecer se compone de 6 pasos: 1) la serpiente selecciona un lugar parecido al visitado por la presa; 2) la serpiente espera inmóvil a que la presa deambule dentro de su rango de mordida; 3) la serpiente lanza la mordida; 4) la serpiente libera a la presa inmediatamente después del ataque, posteriormente la presa herida se desplazará lejos del sitio del ataque; 5) minutos después la serpiente comienza a emitir un elevado número de protusiones y 6) finalmente la serpiente elige un rastro y se dirige al cadáver de la presa (Furry *et al.*, 1991). El continuo lengüeteo unido a los movimientos de búsqueda han sido llamados: Búsqueda Quimiosensitiva Inducida por la Mordida (Chiszar *et al.*, 1979, 1992) y este comportamiento aumenta la habilidad del depredador para detectar y seguir el rastro dejado por la presa envenenada (Chiszar *et al.*, 1986 ; Golan *et al.*, 1982).

La mayoría de los trabajos realizados sobre seguimiento de presa se han hecho con serpientes de cascabel de las especies *Crotalus v. viridis*, *C. v. oreganus*, *C. v. lutosus* y algunos otros con *Crotalus horridus*, *Crotalus durissus*, *Crotalus enyo* y *Crotalus atrox* (Chiszar *et al.*, 1993a, 1993b; Diller 1990; Hayes y Duvall 1991; Goode *et al.*, 1990 y Melcer *et al.*, 1990).

David Chiszar y sus colaboradores en 1979 trabajaron con *Agkistrodon piscivorus* sometiéndolas a cinco condiciones distintas, éstas eran: el control que se refería al manejo por el transporte de un encierro a otro, un encierro totalmente limpio sin ningún tipo de olor ni rastro, un encierro con perfume, otro con olor de ratón y por último uno con rastros de mucus de pez; esto con la finalidad de observar cual de las condiciones tenía mayor repercusión sobre el número de protrusiones de la lengua. Así mismo otro experimento simultáneo a éste, hecho por los mismos autores, se trabajó con dos cantiles (*Agkistrodon b. bilineatus*) para observar si tenía un incremento significativo en el número de protrusiones de la lengua después de morder a una presa notando lo siguiente: "por la observación de protrusiones de la lengua mostró que en cautiverio el cantil tuvo solamente un modesto incremento cuando el ratón le fue presentado a la serpiente, pero después de morderlo tuvo un incremento sostenido"; además concluyeron " Los cantiles, al igual que las serpientes de cascabel, exhiben una búsqueda quimiosensitiva inducida por la mordida cuando depredan sobre roedores".

La especie en cuestión *Agkistrodon b. bilineatus* el cantil, es una serpiente relativamente grande, con un cuerpo robusto que es fácilmente reconocible por las dos líneas conspicuas que van del color blanco al amarillo que corren a lo largo de cada lado de su cabeza que es de color oscuro (Fig. 1); es la única especie del género *Agkistrodon* que ocurre en Mesoamérica, en toda la costa del Pacífico desde el Sur de Sonora hasta el Centro de El Salvador.

La coloración del cuerpo en los adultos tiende a ser de un café oscuro a casi negro, marcado con manchas y rayas claras; mientras que en la etapa de crías y juveniles, la coloración del cuerpo puede ser más clara con tonos rojizos a castaños. En esta subespecie no existe el dimorfismo sexual ni diferencias en patrón de manchas y de coloración entre sexos como puede ocurrir en otras especies (Gloyd y Conant, 1990).

En cuanto a aspectos de su biología no es mucho lo que se conoce de esta especie. Sin embargo existe un excelente trabajo realizado por los doctores Gloyd y Conant (1990), autores del libro "Serpientes del complejo *Agkistrodon*, una revisión monográfica", en el que hacen una revisión exhaustiva de todas las especies tanto del nuevo como del viejo mundo. Abordando temas de gran interés como son abundancia, en la que existen discrepancias entre los investigadores, ya que mientras algunos aseguran que esta subespecie es abundante en algunos estados de la República, otros afirman que no es común en ninguna parte de México; aunque investigaciones más recientes hablan del cantil como un organismo más bien solitario, existen algunos reportes de dos ó más organismos encontrados juntos ó dentro de la misma área, en cuanto al habitat, durante mucho tiempo se dijo que esta especie tenía hábitos semiacuáticos porque siempre lo asociaban con cuerpos de agua, pero evidencia más reciente ha demostrado que definitivamente el cantil no es semiacuático y que su habitat está fuertemente asociado con áreas de bosque seco, los cuales, sin embargo están sujetos a precipitaciones fuertes intermitentes durante la temporada de lluvia.

Como la mayoría de los animales carnívoros, aparentemente incluye todo tipo de presas que estén disponibles tales como pequeños mamíferos, otras serpientes, anfibios y ocasionalmente peces; aunque los estudios de contenidos estomacales no son muy abundantes. Es relativamente poco lo que se ha registrado en cuanto a sus hábitos reproductores. En diferentes zoológicos de varios países se ha logrado su cría registrando camadas de

hasta 20 organismos. En el laboratorio de la FES Iztacala se han logrado reproducir con facilidad desde el año de 1986. En cuanto a longevidad, se registró un cantil que vivió casi 25 años en cautiverio en el Instituto de Historia Natural de Chiapas después de haber sido capturado. Dos cantiles nacidos en cautiverio vivieron más de 12 años en un Zoológico de Nueva York. Sobre comportamiento sólo se tienen algunos escritos y comentarios personales de varias personas con respecto a su carácter agresivo y feroz y a lo peligrosa que puede resultar una mordedura de esta serpiente (Conant y Gloyd 1990); Alvarez del Toro (1982) se refirió al cantil como "una serpiente ágil y nerviosa".

Objetivo General

- Determinar la capacidad de discriminación de rastros químicos de presas mediante la quimio-recepción en *Agkistrodon b. bilineatus* bajo condiciones controladas.

Objetivos Particulares

- Evaluar cuantitativamente el número de protrusiones de la lengua de los animales cuando están en reposo, antes y después de morder a la presa para saber si existe diferencia significativa entre ellos.
- Determinar si exhibe la búsqueda quimiosensitiva inducida por la mordida y la conducta de seguimiento del rastro.
- Evaluar la capacidad del cantil para poder diferenciar el rastro de una presa mordida de una no mordida.
- Comparar los resultados obtenidos de este trabajo hecho con ejemplares nacidos en cautiverio con los reportados por otros autores quienes han trabajado en la mayoría de los casos con organismos recolectados.

IZT.



METODOLOGIA

En el presente trabajo se utilizaron ejemplares de serpientes de *Agkistrodon b. bilineatus* pertenecientes a la colección del Laboratorio de Herpetología VIVARIO de la FES Iztacala de la UNAM. Todos ellos son hermanos, aunque de diferente camada; nacieron de la misma madre en cautiverio y son clínicamente sanos. El estudio constó de 2 experimentos, los cuales a su vez se dividieron en varias etapas.

Se utilizaron 30 organismos de *Agkistrodon b. bilineatus*, los cuales siempre han vivido en cautiverio. Las edades de los organismos fluctúan entre los 7 y los 9 años y han permanecido en encierros individuales de madera con puertas y/o tapas de acrílico (Fig. 3); estos encierros son de dos medidas diferentes 18x27x34 cm. y 29x28x34 cm (alto, ancho y fondo respectivamente). La temperatura a la que se mantuvieron los organismos fue constante y oscilaba entre los 25°C durante la noche y los 28°C durante el día.

Las serpientes siempre fueron alimentadas con ratones de laboratorio (*Mus musculus*) proporcionados por el Bioterio de la misma FES. La alimentación se realizó cada dos semanas y se registró el peso del alimento en un calendario que en promedio es de 28.0g. Los ratones fueron sacrificados y sostenidos con pinzas, para ofrecerlos a las serpientes para que éstas los mordieran antes de comerlos.

Para evitar el exceso de manejo sólo se hizo éste cuando fué necesario, esto es, cuando se hace la limpieza del encierro que es en promedio dos veces por semana; cuando se pesan que es una vez al mes y como se mencionó antes, para alimentarlos, que son 2 veces al mes, fuera de este manejo los animales no son molestados en lo más mínimo.

Experimento 1

En este experimento se intentó evaluar si existen diferencias significativas entre el número de protrusiones de la lengua antes y después de morder a la presa y si exhiben la BQIM.

Las serpientes $n=30$ se mantuvieron en sus encierros durante las pruebas. Se contó el número de protrusiones de la lengua cuando la serpiente estuvo en reposo por un período de 10 min. , esto se hizo con un contador manual y un cronómetro. En la segunda prueba $n=30$ se le presentó un ratón sostenido por pinzas fuera del rango de alcance de la mordedura de la serpiente, esperando que ésta lo viera e intentara morderlo sin que lo lograra; se retiró el ratón e inmediatamente después se contó nuevamente el número de protrusiones por un período de tiempo de 10 min.

La tercera prueba $n=30$ consistió en la presentación de un ratón, previamente sacrificado a la serpiente y se le permitió morderlo; se retiró el ratón e inmediatamente después se contó el número de protrusiones por un período de 10 min. Esta última prueba se realizó al menos 24 hrs. después de haberse llevado a cabo la segunda, esto con el fin de eliminar cualquier alteración que pudiera darse en cuanto a olores que permanecieran en el encierro.

Experimento 2

En este experimento se intentó determinar si exhiben el comportamiento de seguimiento del rastro, así como evaluar la capacidad de la serpiente para diferenciar el rastro de una presa mordida de una no mordida.

En esta fase se acondicionó un gran encierro con un área de aproximadamente 7m². En uno de los extremos de este encierro se colocó una caja metálica con una puerta frontal corrediza también de metal para evitar cualquier tipo de estímulo tanto visual como térmico; dentro de esta caja se introdujo una serpiente y se le dejó en reposo durante 30 min. Mientras tanto se colocó una placa de acrílico cristal de 0.94 m x 1.26 m en el piso, a la cual se le trazaron por la cara interior las rutas de los cuatro rastros con un marcador de tinta indeleble para facilitar la observación del seguimiento de los mismos (Fig 2). La placa se colocó exactamente en la puerta de la caja de tal forma que al retirar esta la serpiente tuviera exactamente el mismo acceso a los 4 rastros. Después de esto se trazaron los cuatro rastros con cuatro ratones diferentes desde la base de la puerta hasta el borde de la placa de acrílico, posteriormente se eligió al azar uno de los ratones para ser sacrificado y se le mostró a la serpiente para que lo mordiera, después de ser mordido se retiró el ratón y se colocó al final del rastro correspondiente sin que tocara ninguna parte de la placa de acrílico. Se abrió totalmente la puerta y se observó el comportamiento de las serpientes ante los diferentes rastros. A partir de este momento el rastro del ratón mordido se denominó "rastro correcto" y a los demás "rastros incorrectos". También se registró el tiempo que utilizó en recorrer el rastro y si llegó a la finalización del mismo.

Cabe mencionar que para todas las pruebas del experimento 2 se tomó un máximo de 120 minutos para que la serpiente recorriera el rastro en su totalidad.

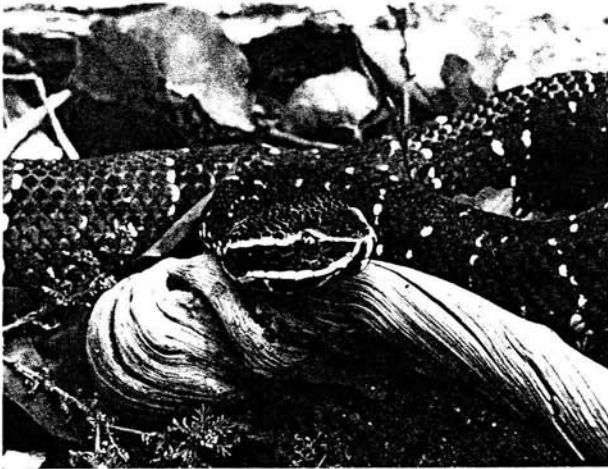


Figura 1.- *Agkistrodon bilineatus bilineatus*

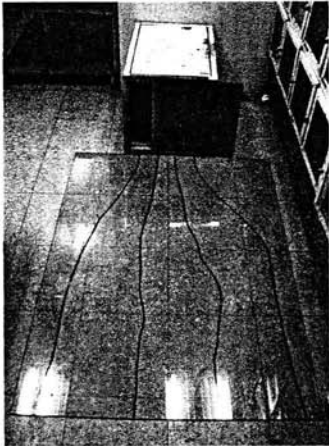


Figura 2.- Dispositivo utilizado para la prueba de seguimiento de rastro

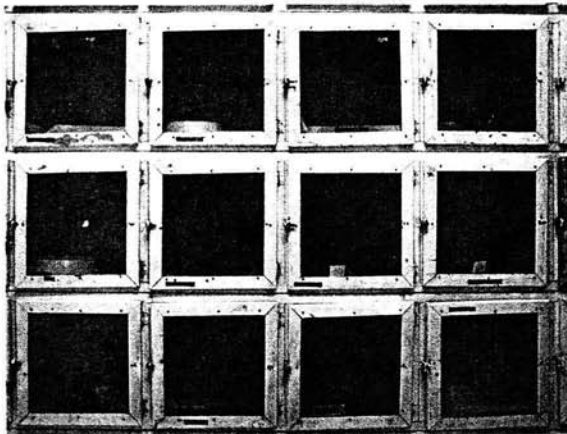


Figura 3.- Panorámica de los encierros utilizados en *Agkistrodon bilineatus bilineatus*

ANALISIS ESTADISTICO

Para el análisis de los datos en el experimento 1 se utilizó la prueba t de Student para muestras pareadas. La escala de medición en este caso es de Razón.

Para el análisis de los datos obtenidos en la prueba 2 se hizo una descripción de los eventos observados en esta prueba comparándolos con los obtenidos por otros autores.

RESULTADOS

Para la condición en reposo, el conteo, en todos los casos fue de cero.

En la tabla 1 se muestran los registros para la condición sin mordida, encontrando la mayor actividad dentro del primer minuto en todos los organismos con un promedio de 14.0 protuciones y el más bajo en el minuto 8 con un promedio de 6.0 protuciones.

Minutos	X de No. de protuciones n=30
1	14.00
2	8.43
3	8.86
4	10.00
5	10.60
6	7.53
7	6.13
8	6.00
9	8.26
10	7.66

TABLA 1. Promedio en el número de protuciones por minuto durante los diez minutos que duró la prueba en la condición de no mordida.

En la tabla 2 se muestran los registros para la condición con mordida encontrándose la mayor actividad en el minuto 7 con un promedio de 22.63 protuciones y el más bajo en el primer minuto con un promedio de 8.76 protuciones.

Minutos	X No. De protuciones n=30
1	8.76
2	13.63
3	17.23
4	18.96
5	18.53
6	20.03
7	22.63
8	19.23
9	20.80
10	17.96

TABLA 2. Promedio en el número de protuciones por minuto durante los diez minutos que duró la prueba en la condición de mordida.

En los Anexos I y II se muestran los conteos totales en el número de protuciones de la lengua / minuto de cada una de las serpientes durante los diez minutos que duraron las pruebas.

Comparando ambos resultados podemos encontrar una diferencia estadísticamente significativa entre las dos condiciones. Esto se hizo mediante una prueba de *t de Student* ($t=-6.203$, con 18 grados de libertad, $P= <0.001$; Fig. 4).

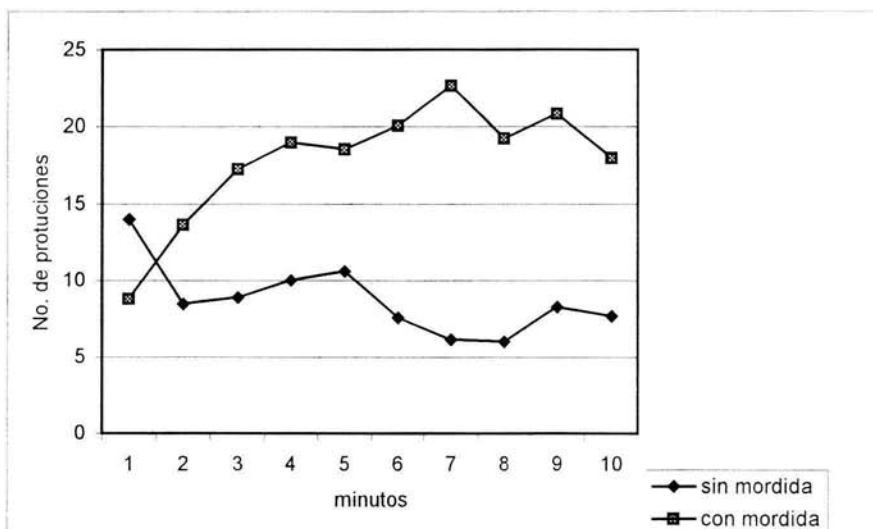


Figura 4. Diferencias observadas en el número de protusiones entre las condiciones sin mordida y con mordida.

Para el experimento 2 los resultados señalan que no hubo una sola serpiente que siguiera el rastro de la presa mordida desde el inicio hasta el final del mismo. Sin embargo 25 de los 30 organismos (83.3%) lograron llegar hasta el cadáver de su presa e ingerirla. Todas ellas olfateaban los rastros desde la orilla de la puerta de la caja y en cuanto lograban identificar el rastro del ratón mordido salían para seguirlo durante un breve período de tiempo, pero al cabo de éste regresaban al interior de la caja, esto lo hacían en repetidas ocasiones hasta que finalmente decidían salir y seguir el rastro, después de seguirlo una cierta distancia las serpientes se dirigían hacia los otros rastros y los seguían igualmente por un período corto de tiempo. Sin embargo, las serpientes regresaban al “rastro correcto” aunque fuera ya mucho más adelante, para continuarlo y llegar hasta el final e ingerir a la presa. Todo esto sucedió en 25 serpientes, empleando tiempos muy variados desde 36 minutos, la que utilizó menos, hasta 118 minutos la que empleó más (ANEXO III). Los otros 5 organismos ya no salieron de la caja aún después de haber terminado el tiempo establecido. Cabe señalar que éstas eran las serpientes de mayor edad (10 años) de entre los 30 organismos estudiados.

DISCUSION

El incremento en el número de protusiones de la lengua y la BQIM que han sido reportados por otros autores (Ballinger *et al.*, 1992; Furry *et al.*, 1991; Chizar *et al.*, 1979, 1986, 1993; O'Connell *et al.*, 1983; Waters *et al.*, 1996), en otras especies para las condiciones de mordedura y no mordedura de una presa, se mantiene prácticamente igual en el presente estudio, corroborando este incremento en los 30 organismos estudiados. Todos los trabajos realizados anteriormente se hicieron con organismos silvestres que fueron capturados (Chizar *et al.*, 1979, 1986, 1990; Golan *et al.*, 1982; Kardong, 1993) y que al menos han permanecido en cautiverio entre dos y cuatro años, o como en algunos otros estudios en los que han trabajado directamente con observaciones en el campo (Diller, 1990; Goode *et al.*, 1990; Hayes y Duvall, 1991). Cabe señalar que el presente estudio se realizó con organismos que nacieron en cautiverio y que sus edades oscilan entre los siete y los diez años, por lo que jamás han estado en contacto con ningún medio natural; toda su vida se ha confinado a los encierros antes descritos. Por lo que los resultados obtenidos son de gran importancia para poder decir que este comportamiento (el incremento en el número de protusiones de la lengua antes y después de morder a la presa y la Búsqueda Quimiosensitiva Inducida por la Mordida) que es observado en todas las especies estudiadas de escamosos (lagartijas y serpientes) no se ve alterado por el cautiverio en los organismos estudiados.

Por otro lado en la segunda fase de este estudio, el de seguimiento del rastro de una presa previamente mordida por la serpiente, los resultados fueron totalmente contrarios a los reportados por los autores (O'Connell *et al.*, 1983; Chizar *et al.*, 1990; Furry *et al.*, 1991); ya que, si bien 25 de las 30 serpientes lograron relocalizar a su presa y comerla, ninguna de ellas siguió fielmente todo el trayecto del rastro hasta el final, todas ellas se trasladaban de un rastro a otro, incluso después de haber encontrado el rastro correcto. Según lo descrito por otros investigadores todas las serpientes después de localizar el rastro de la presa mordida siguen éste hasta el final sin cambiar de dirección (Chizar *et al.*, 1990; Golan *et al.*, 1982).

IZT.

Las causas de este comportamiento pueden ser muy diversas, una de ellas podría ser que al estar en cautiverio toda su vida y al momento de alimentarlas en el laboratorio, dentro de sus respectivos encierros, la presa, que siempre es mordida antes de comerla, queda a escasos centímetros de su cuerpo y jamás han tenido la necesidad de utilizar esta facultad de seguir el rastro de su presa para relocalizarla y comerla (Chizar *et al.*, 1992), como seguramente ocurre en estado silvestre, ya que después de morder a la presa ésta puede recorrer varios metros antes de sucumbir ante los efectos del veneno (Furry *et al.*, 1991); es así que el desarrollo de esta conducta podría sufrir alteraciones y no ser igual al de las demás especies estudiadas, debido a que, como se mencionó anteriormente, todos los trabajos realizados han sido con animales adultos que alguna vez han estado en vida silvestre y por lo tanto necesariamente han tenido que utilizar esta facultad de seguir el rastro de su presa.



Otros autores hablan de varios factores que pueden alterar el comportamiento natural de las especies que viven en cautiverio, uno de ellos es el llamado estrés que podemos provocar durante el manejo inherente al mantenimiento; el manejar a un organismo con pinzas ó directamente con la mano podría crear un evento similar al de un organismo derrotado por un conoespecífico dominante por lo que no solamente el manejo directo provocaría el estrés, si no también cualquier tipo de cuidado que se de por parte de la persona en las cercanías del organismo (Chiszar *et al.*, 1993c; Kreger 1993).

Otro punto es el del ejercicio, ya que por lo general los animales están confinados a encierros pequeños, no tienen la facilidad para desplazarse libremente. La competencia de los animales cautivos es otro punto a considerar, ya que en los casos de los trabajos enfocados a la liberación de organismos realmente se sabe poco o nada respecto al éxito de supervivencia de dichos organismos (Chiszar *et al.*, 1993c). El aspecto biomédico es otro problema a considerar ya que realmente es poco lo que se conoce en cuanto a los aspectos veterinarios de estas especies (Chiszar *et al.*, 1993c; Kreger, 1993).

Otras causas, y que están abiertas para futuras investigaciones, podrían ser que tal vez éste sea el comportamiento normal de esta especie y sea su manera de "seguir " el rastro de una presa previamente mordida, ya que como se mencionó anteriormente 25 serpientes de las 30 estudiadas relocalizaron a su presa y la comieron; también habrá de considerarse, que la consanguinidad existente entre las serpientes estudiadas pueda estar influyendo en el comportamiento de las mismas; para poder esclarecer este problema lo ideal sería efectuar estos mismos estudios en organismos silvestres, o bien entre organismos en cautiverio pero no consanguíneos y comparar los resultados con los aquí obtenidos.

CONCLUSIONES

De acuerdo a lo observado y a los resultados obtenidos podemos concluir que:

- Existen diferencias significativas en el número de protrusiones de la lengua entre las 3 condiciones distintas (reposo, no mordida y mordida).
- Se observa la BQIM descrita por distintos autores para otras especies de serpientes que han sido, en todos los casos, capturadas.
- El cautiverio no afecta la BQIM ya que invariablemente todos los organismos que se estudiaron lo presentaron.
- No se observó la conducta de seguimiento de rastro de acuerdo a lo reportado por los demás autores.
- Lo que podemos sugerir en este caso es que tal vez el cautiverio si influya en el desarrollo de esta conducta de seguimiento de rastro puesto que estos organismos, que han estado toda su vida en cautiverio, jamás han tenido la necesidad de buscar y seguir un rastro para relocalizar a una presa previamente mordida; ya que al alimentarlos, dentro de sus respectivos encierros, la presa queda a escasos centímetros de distancia de la serpiente lo que facilita enormemente su recuperación sin un esfuerzo mayor.

-
- La discriminación de rastros químicos de una presa mordida de una no mordida no se observa de la misma manera de acuerdo a lo reportado por otros autores, pero sin embargo más del 80% de los organismos estudiados re-localizaron a su presa y la comieron. Esta habilidad podría verse también alterada debido a las condiciones en las que han sido alimentadas siempre y no tener que discernir entre un rastro y otro.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ DEL TORO, MIGUEL; 1982. Los reptiles de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, Instituto de Zoología.
- BALLINGER R.E., N.R. COADY, J.M. PROKOP AND J.A. LEMOS-ESPINAL ; 1992. Strike-Induced Chemosensory Searching: Variation among Lizards. Transactions of the Nebraska Academy of Sciences. XIX: 43-47.
- COOPER W.E. Jr. AND J. ARNETT; 1995. Strike-Induced Chemosensory Searching in the Gila Monster. Copeia. No. 1,89-96.
- COOPER W.E. Jr. AND L.J. VITT ; 1989. Prey Odor Discrimination by the Broad-Headed Skink (*Eumeces laticeps*). The Journal of Experimental Zoology. 249:11-16.
- COOPER W.E. Jr.; 1992. Elevation in Tongue-Flick Rate after Biting Prey in the Broad-Headed Skink, *Eumeces laticeps*. Journal of Chemical Ecology. Vol. 18, No. 3, 455-467.
- COOPER W.E. Jr. AND L.J. VITT; 1986a. Interspecific Odour Discriminations among Syntopic Congeners in Scincid Lizards (*Genus Eumeces*). Behavior 97: 1-9.
- COOPER W.E. Jr., CH.S. DePERNO AND S.F. FOX; 1996. Prey Chemical Discrimination and Strike-Induced Chemosensory Searching in Lizards: Their Absence in a Crotophytid Lizard (*Crotaphytus collaris*) and a Proposal for Research in Zoos. Zoo Biology. 15:239-253.
- COOPER W.E., Jr., S.G. McDOWELL AND J. RUFFER; 1989. Strike-induced Chemosensory Searching in the Colubrid Snakes *Elaphe g. guttata* and *Thamnophis sirtalis*. Ethology 81, 19-28.
- COOPER W.E. Jr.; 1989. Prey Odor Discrimination in the Varanoid Lizards *Heloderma Suspectum* and *Varanus Exanthematicus*. Ethology. 81, 250-258.

-
- COOPER W.E. Jr.; 1989. Absence of Prey Odor Discrimination by Iguanid and Agamid Lizards in Applicator Tests. *Copeia*. (2), 472-478.

 - COOPER W.E.; 1994. Chemical Discrimination by Tongue Flicking in Lizards: a Review with Hypotheses on its Origin and its Ecological and Phylogenetic Relationships. *Journal of Chemical Ecology*. Vol. 20, No. 2, 439-487.

 - CHISZAR DAVID, LORNA SIMONSEN, CHARLES RADCLIFFE AND HOBART M. SMITH.; 1979.; Rate of Tongue Flicking by Cottonmouths (*Agkistrodon piscivorus*) During prolonged exposure to various food odors, and Strike-Induced Chemosensory Searching by the cantil (*Agkistrodon bilineatus*).*Transactions of the Kansas Academy of Sciences*, 82(1), pp. 49-54.

 - CHISZAR D., CHARLES RADCLIFFE, RHONDA BOYD, ANDREA RADCLIFFE, HELEN YUN, HOBART M. SMITH, THOMAS BOYER, BRIAN ATKINS AND FREDRICK FEILER. 1986. Trailing Behavior in Cottonmouths (*Agkistrodon piscivorus*) *Journal of Herpetology*, Vol.20, No. 2, pp. 269-272.]

 - CHISZAR D. AND C.W. RADCLIFFE; 1989. The Predatory Strike of the Jumping Viper (*Porthidium Nummifer*). *Copeia*. (4) 1037-1039.

 - CHISZAR D., TED 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. K. K. LEE, H. B. SMITH, AND C. W. RADCLIFFE. 1992. Sarching behaviors by rattlesnake following predatory strikes. In J. A. Campbell and E. D. Brodie Jr. (eds), *Biology of Pitvipers*, pp. 369-382. Selva Press, Tyler, Texas.

 - CHISZAR D., H.M. SMITH AND C.M. RADCLIFFE; 1993. Zoo and Laboratory Experiments on the Behavior of Snakes: Assessments of competence in Captive-Raised Animals. *Amer. Zool.* 33:109-116.

-
- CHISZAR D., GRANT HOBICA AND HOBART M. SMITH. 1993. Prairie Rattlesnakes (*Crotalus viridis*) Respond to Rodent Blood with Chemosensory Searching. *Brain, Behavior & Evolution*; 41: 229-233.
 - CHISZAR D., J.B. MURPHY AND H.B. SMITH. 1993. In search of Zoo-Academic collaborations: In research agenda for 1990's. *Herpetologica*, 29(4), 288-500.
 - 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.
 - DOWNES SHARON. 1999.; Prey odor influences Retreat-site selection by Naive Broadheaded Snakes (*Hoplocephalus bungaroides*). *Journal of Herpetology*, Vol. 33 No. 1, pp.156-159.
 - DURAN D.A., C.A.E. CISNEROS, A.M.A. FERNANDEZ, R.J.R. GERSENOWIES, M.S. MERAZ y V.A. VARGAS; 1986; Manual de técnicas Estadísticas; UNAM Iztacala.
 - FURRY K., T. SWAIN AND D. CHISZAR; 1991. Strike-Induced Chemosensory Searching and Trail Following by Prairie Rattlesnakes (*Crotalus viridis oreganus*) preying Upon Deermice (*Peromyscus maniculatus*) Chemical Discrimination among Individual Mice. *Herpetologica*. 47(1), 69-78.
 - GLOYD H.K. AND R. CONANT; 1990. Snakes of the *Agkistrodon* Complex; Society for the Study of Amphibians and Reptiles.
 - GOLAN L., C. RADCLIFFE, T. MILLER, B. O'CONNEL AND D.CHISZAR; 1982. Trailing Behavior in Prairie Rattlesnake (*Crotalus viridis*). *Journal of Herpetology*. Vol. 16, No.3, pp. 287-293.
 - GOODE M., C.W. RADCLIFFE, K. ESTEP, A. ODUM AND D. CHISZAR ; 1990. Field Observations on Feeding Behavior in an Aruba Island Rattlesnake (*Crotalus durissus unicolor*): Strike-Induced Chemosensory Searching and Trail Following. *Bulletin of the Psychonomic Society*. 28(4), 312-314.

-
- HAYES W.K. AND D. DUVALL; 1991. A Field Study of Prairie Rattlesnake Predatory Strikes. *Herpetologica*. 47(1) 78-81.
 - KARDONG K.V.; 1982. Comparative Study of Changes in Prey Capture Behavior of the Cottonmouth (*Agkistrodon piscivorus*) and Egyptian Cobra (*Naja haje*). *Copeia* (2) pp. 337-343.
 - KARDONG K.V.; 1993. The Predatory Behavior of the Northern Pacific Rattlesnake (*Crotalus Viridis Oreganus*): Laboratory versus Wild Mice as Prey. *Herpetologica*. 49(4), 457-463.
 - KING M., D. McCARRON , D. DUVALL, G. BAXTER AND W. GERN ; 1983. Group Avoidance of Conspecific but not Interspecific Chemical Cues by Prairie Rattlesnakes (*Crotalus viridis*). *Journal of Herpetology* Vol., 17, No. 2, pp. 196-198.
 - KREGER M.D. 1993. Zoo-Academic collaborations: Physiological and Psychological needs of Reptiles and Amphibians. *Herpetologica*, 49(4), 509-512.
 - LAVIN-MURCIO P., B.G. ROBINSON AND K.V. KARDONG; 1993. Cues Involved in Relocation of Struck Prey by Rattlesnakes, *Crotalus viridis oreganus*. *Herpetologica*. 49(4), 463-469.
 - McGOVERN G.M., J.C. MITCHELL AND C.B. KNISLEY; 1984. Field Experiments on Prey Selection by the Whiptail Lizard, *Cnemidophorus inornatus*, in Arizona. *Journal of Herpetology*. Vol. 18, No. 3, 347-349.
 - 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.
 - NICOLETTO P.F.; 1985a. The Relative Roles of Vision and Olfaction in Prey Detection by the Ground Skink; *Scincella lateralis*. *Journal of Herpetology*. Vol. 19, No. 3, 411-415.
 - NICOLETTO P.F.; 1985b. The Roles of Vision and the Chemical Senses in Predatory Behavior of the Skink, *Scincella lateralis*. *Journal of Herpetology*. Vol. 19, No. 4, 487-491.

-
- O'CONNELL B., D. CHISZAR AND H.M. SMITH; 1983. Strike-Induced Chemosensory Searching in Prairie Rattlesnakes (*Crotalus viridis*) during Daytime and at Night. *Journal of Herpetology* Vol. 17, No. 2, pp. 193-196.
 - PROFFITT C.E., R.E. MARTIN, R.G. ERNEST, B.J. GRAUNKE, S.E. LECROY, K.A. MULDOON, B.D. PEERY AND N. WILLIAMS-WALLS; 1986. The Predatory Strike of the Rattlesnake: When Things Go Amiss. *Copeia*, (3), pp. 816-820.
 - RADCLIFFE C.W., K. ESTEP, T. BOYER & D. CHISZAR; 1986. Stimulus Control of Predatory Behavior in Red Spitting Cobras (*Naja mossambica pallida*) and Prairie Rattlesnakes (*Crotalus v. Viridis*). *Animal Behavior*,(34), 804-814.
 - ROSSI J. V.; 1983. The Use of Olfactory Cues by *Bufo marinus*. *Journal of Herpetology*, Vol. 17, No. 1, pp. 72-73
 - STANFORD C.B., J. WALLIS, H. MATAMA, J. GOODALL; 1994. Patterns of Predation by Chimpanzees on Red Colobus Monkeys in Gombe National Park. *American Journal of Physical Anthropology*. 94(2): 213-228.
 - SPIEGEL M. R.; 1991. Estadística, 2ª edición, Ed Mc Graw Hill.
 - WATERS R. MARK, DAVID CHISZAR AND GORDON M. BURGHARDT.; 1996. Strike-Induced Chemosensory searching in the Habu (*Trimeresurus flavoviridis*) an Asian Pit Viper. *Journal of Herpetology*, Vol. 30, No. 2, pp147-151.
 - WAYNE W.D.; 1987; Bioestadística, base para el análisis de las ciencias de la salud. 3ª ed.; Editorial Limusa.

ANEXO I

Relación del número de protuciones por minuto en cada uno de los organismos durante los diez minutos que duró la prueba en la condición de no mordida.

# organismo	# de Protuciones									
	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10
2047	4	21	34	19	20	26	0	7	35	14
2048	1	11	14	5	0	0	10	30	30	7
2049	31	36	17	12	1	0	0	0	0	0
2050	6	16	33	31	35	29	28	26	10	36
2051	18	2	8	12	34	32	8	10	28	32
2052	26	19	25	20	22	0	0	25	24	17
2053	31	1	19	25	33	30	36	30	28	29
2054	28	18	30	24	16	12	0	0	11	17
2055	30	30	13	25	30	9	12	14	5	0
2056	24	21	32	9	21	29	22	18	16	7
2057	37	11	2	13	0	0	8	0	26	8
2058	16	17	14	14	27	0	15	3	8	18
2059	1	0	0	49	42	31	8	0	0	0
2060	26	18	0	14	23	2	22	0	1	0
2062	29	4	2	6	0	6	6	12	0	31
1614	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0
1615	10	4	0	1	1	0	0	0	2	0
1616	2	0	0	5	5	2	0	0	8	0
1618	2	0	0	0	0	0	0	0	10	2
1619	12	0	0	1	0	1	0	1	0	0
1620	4	4	3	4	0	2	2	0	0	0
1621	8	0	0	2	4	0	0	0	0	2
1622	10	3	5	2	0	10	4	1	6	2
1623	5	3	9	4	4	0	2	0	0	1
2734	11	0	1	0	0	0	0	0	0	0
2735	8	0	3	1	0	0	0	2	0	0
2736	9	2	0	0	0	5	0	0	0	0
2737	7	0	0	1	0	0	1	1	0	7
2738	9	11	1	0	0	0	0	0	0	0
2739	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0
TOTAL	420	253	266	300	318	226	184	180	248	230

ANEXO II

Relación del número de protuciones por minuto en cada uno de los organismos durante los diez minutos que duró la prueba en la condición con mordida.

#organismo	# de Protuciones									
	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10
2047	10	17	52	48	41	23	42	38	43	47
2048	37	46	54	45	50	53	48	48	46	37
2049	18	13	14	19	12	18	9	39	41	2
2050	13	17	35	44	40	41	48	40	48	35
2051	11	33	41	41	36	39	54	47	41	38
2052	0	11	5	10	18	10	34	16	34	4
2053	20	32	37	30	11	41	46	47	36	31
2054	3	15	9	22	46	45	12	0	0	5
2055	0	1	25	39	63	51	44	60	60	56
2056	0	1	9	6	0	8	16	41	40	45
2057	2	23	25	42	49	37	52	36	43	52
2058	24	35	25	37	39	44	49	22	41	36
2059	12	14	28	16	34	43	48	29	24	31
2060	14	15	5	7	2	32	41	15	30	40
2062	15	21	43	41	45	36	49	42	41	48
1614	0	0	0	4	1	6	0	0	0	0
1615	2	10	7	9	1	2	8	0	0	18
1616	5	14	7	0	3	0	3	0	2	2
1618	0	2	3	1	2	2	0	0	0	0
1619	16	1	13	19	2	6	8	9	4	2
1620	6	7	8	8	8	3	4	11	13	5
1621	6	10	7	4	3	20	3	0	1	0
1622	31	34	4	35	8	5	28	15	7	0
1623	0	0	22	0	4	5	27	1	6	1
2734	5	6	6	7	1	1	0	3	1	0
2735	0	2	1	3	0	0	0	3	11	0
2736	4	5	5	4	1	12	1	10	1	0
2737	0	5	6	7	9	4	0	3	0	3
2738	1	1	0	0	9	1	0	0	7	0
2739	8	18	21	21	18	13	5	2	3	1
TOTAL	263	409	517	569	55	601	679	577	624	539

A N E X O III

Relación del tiempo empleado por cada organismo para llegar hasta el fin del rastro y comer a su presa. Los organismos que presentan los 120 minutos no salieron del encierro aún después de haber terminado el tiempo de tolerancia.

No. De Organismo	Tiempo empleado
2047	36 min.
2048	43 min.
2049	38 min.
2050	53 min.
2051	49 min.
2052	62 min.
2053	71 min.
2054	56 min.
2055	49 min.
2056	51 min.
2057	68 min.
2058	75 min.
2059	63 min.
2060	51 min.
2062	48 min.
1614	83 min.
1615	78 min.
1616	92 min.
1618	112 min.
1619	116 min.
1620	95 min.
1621	84 min.
1622	77 min.
1623	75 min.
2734	120 min.
2735	120 min.
2736	120 min.
2737	120 min.
2738	120 min.
2739	113 min.