



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA**

B 0766/91
Ej 2

Determinación de algunos aspectos ecológicos y biológicos de la culebra semiacuática *Nerodia rhombifera blanchardi* (REPTILIA: CULUBRIDAE) en la Laguna de Metztitlan, Hidalgo.

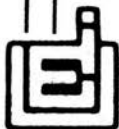
TESIS

Que para obtener el título de

BIOLOGO

Presentan

**Sergio Pérez Hernández
Javier Pelayo Mireles**





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.

A NUESTROS PADRES Y HERMANOS

Gracias por ayudarnos con apoyo y fidelidad a lograr una de nuestras más anheladas metas en el continuo ascenso y superación de nuestras vidas.

AGRADECIMIENTOS.

Al biólogo Tizoc A. Altamirano Alvarez por distinguimos con su gran y sincera amistad y por el atinado asesoramiento prestado para la realización del presente trabajo.

A la bióloga Yolanda Marmolejo de la Universidad Autónoma de Pachuca por el apoyo moral y económico otorgado.

A la Dra. Catalina Chavez Tapia, a los biólogos Enrique Godínez Cano, Patricia Ramírez Bastida y Atahualpa de Sucre Medrano por los comentarios y sugerencias que sirvieron en gran medida para la realización de esta tesis.

A los P. de B., Alberto Valdivia Soto, Luis Teodolfo Comba Corona y Mario Delgadillo Cid; por su ayuda en las colectas de campo y por todos los momentos agradables que pasamos juntos, creándose un grupo de sincera amistad.

Al biólogo Rodolfo García Collazo por los comentarios y correcciones hechas en la parte de reproducción.

A los biólogos Manuel Levy Sevilla y Francisco Fierro Cabo por su compañerismo y amistad a lo largo de la carrera.

A Rodrigo Martínez Llamas, por el apoyo técnico prestado para la edición de la presente tesis y por su amistad.

Agradecemos de manera especial a Hilde por su desinteresada ayuda y gran amistad durante la estancia en la Laguna de Metztlán, Hidalgo.

A todas las "estrellas" que de una u otra manera nos apoyaron e hicieron más placentera nuestra estancia en la Universidad.

INDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
UBICACION TAXONOMICA Y DISTRIBUCION	6
ANTECEDENTES	9
OBJETIVOS	15
AREA DE ESTUDIO	
_ Localización	16
_ Geología	18
_ Hidrología	18
_ Edafología	18
_ Clima	20
_ Vegetación	20
METODOLOGIA	
_ Trabajo de Campo	22
_ Trabajo de Laboratorio	24
_ Analisis de Datos	27
RESULTADOS	
_ Condiciones Ambientales de la Laguna	32
_ Abundancia Relativa	37
_ Abundancia Mensual	37
_ Amplitud de Nicho Trófico	40
_ Amplitud de Nicho Temporal	45
_ Amplitud de Nicho Espacial	52
_ Conducta Alimenticia en Cautiverio	55
_ Reproducción	57
_ Dimorfismo Sexual	66
DISCUSION	68
CONCLUSIONES	88
LITERATURA CITADA	91

RESUMEN

El presente trabajo es un estudio sobre algunos aspectos biológicos y ecológicos de Nerodia rhombifera blanchardi, en la Laguna de Metztitlán, Hgo. durante el periodo comprendido de Febrero de 1989 a Diciembre de 1990. Periodo en el cual se registrarón por observación un total de 345 organismos, capturandose 73 de éstos, a partir de los cuales se obtuvieron los índices de amplitud y solapamiento de nicho trófico, espacial y temporal, en tanto que para el ciclo reproductivo únicamente fuerón procesados y analizados un total de 36 individuos adultos.

En este estudio se encontró que los peces (y en especial Astianax fasciatus) son los principales taxa-presa de esta culebra, observandose asimismo que los adultos muestran una tendencia hacia la especialización de las presas en tanto que los juveniles reflejan un comportamiento más generalista, eliminandose por tanto un solapamiento. En lo que se refiere al nicho temporal se tuvieron dos periodos de aprovechamiento del tiempo: el primero comprende los meses de Marzo a Junio, en donde los adultos aprovechan las horas diurnas y los juveniles las horas nocturnas, eliminándose por consiguiente el solapamiento. El segundo periodo comprende los meses de Julio a Noviembre, observando que ambas tallas comparten el mismo recurso a lo largo del día existiendo un solapamiento aparente, concluyendose que los adultos prefieren las horas de mayor incidencia solar, en tanto que los juveniles adquieren una conducta generalista. Por otro lado, el nicho espacial es el parámetro de mayor importancia en la segregación de esta especie, al influir significativamente

sobre los dos parámetros antes expuestos, teniendo que esta culebra prefiere los sustratos cercanos al agua. Los adultos se especializan para aprovechar el sustrato de ramas en tanto que los juveniles, son más generalistas en la selección de estos. El solapamiento de nicho temporal aparece en la época de mayor volumen de agua de la Laguna.

El ciclo reproductivo de Nerodia rhombifera blanchardi es unimodal para machos y hembras, aunque sus períodos de actividad sexual se encuentran desfazados. En machos se presenta durante Septiembre, Octubre y Noviembre, siendo su talla mínima de madurez sexual de 52 cm. (LHC). Las hembras alcanzan su período de máxima actividad reproductiva en los meses de Marzo y Abril, y mostrarán una talla mínima de madurez sexual de 80 cm. de LHC. Por otro lado, el ciclo graso solo guarda relación con el ciclo reproductivo de machos, de igual manera, los parámetros ambientales solo presentan relación con el desarrollo gonádico de machos, siendo esta de tipo inversa.

INTRODUCCION

La abundancia de las poblaciones, como es sabido, esta determinada por un número de factores, que esencialmente son los factores bióticos y abióticos (Tiebuot, 1987).

Como ocurre en las regiones de climas templados, con una estacionalidad bien definida, esto es, con una temporada de secas, una de lluvias; existe solo una temporada de reproducción, y en general las poblaciones se presentan en forma de generaciones discontinuas. Y cuando se da una situación de este tipo, se suele observar que en general, se produce un gran pico numérico en la temporada de reproducción, que es cuando el número de crías depositadas domina numéricamente. Por esto es que la calidad, cantidad, y distribución de los recursos disponibles en una comunidad juegan un papel preponderante en uno de los aspectos más importantes y elementales para cualquier ser vivo; la reproducción. De hecho, es este el proceso que determina en sí la presencia y continuidad de una especie en una comunidad, la cual es afectada por otros factores además de los ya mencionados: precipitación temperatura ambiental y microambiental, competencia, depredación, etc., por lo que existe una estrecha relación entre estos y una serie de ajustes adaptativos en estructura, función, actividad y comportamiento que se suscitan en los organismos.

Estas son algunas de las características para la representación de los cambios de la abundancia durante el tiempo (Rabinovich, 1982). Y es precisamente el tiempo otro de los

factores a considerar, por la importancia que representa el hecho de como los organismos de una población se reparten dicho factor.

Por otra parte, la importancia y extensión de los cambios en la composición de una población dependen del factor espacio, en donde una población animal con una abundancia poblacional dada y que ocupa una área pequeña, ofrece probabilidades de cruce entre los diferentes individuos de la población muy distintas a las de otra población que, con la misma densidad poblacional, ocupa un área mucho mayor (Rabinovich, 1982).

Cuando se trabaja en base a estos términos, se tiende forzosamente a caer en el concepto de nicho, pues este término involucra a la totalidad de n-dimensiones que afectan a una especie dada, clasificandose estas a su vez como si fueran de dos tipos, aquellos que como la temperatura establecen el escenario pero no suponen interacciones biológicas como la competencia y aquellas que suponen recursos por los que puede haber competencia (Hutchinson, 1981). Sin embargo, para fines prácticos el concepto de nicho así visualizado, es extremadamente complejo y muy abstracto para muchos valores prácticos y muy complejo de aplicar al mundo real, ya que ciertamente es muy difícil conocer esencialmente todos los factores que influyen sobre la especie concerniente.

De tal forma, cuando se define un nicho con referencia a la presencia de competidores, estas dimensiones o parametros tienden a aumentar al suscitarse nuevas relaciones entre las especies dificultando aún más la cuantificación, pero cuando se considera el estudio de nicho de una especie seleccionada, el número de dimensiones de nicho puede ser limitada a aquellas

dimensiones en las cuales la competencia es frecuentemente evitada por diferencias en el nicho espacio, nicho tiempo y nicho alimento y así el número efectivo de dimensiones de nicho puede reducirse únicamente a tres: espacio, tiempo y alimento (Pianka, 1974).

Schoener (1974) sugiere asimismo que, para establecer y comprender como se lleva a cabo la segregación intraespecifica en una población deben tomarse en cuenta al menos tres dimensiones o ejes críticos bajo los cuales, el individuo vive y se substituye, asimismo, contribuyendo más eficazmente en la distribución y que son principalmente las diferencias en macrohabitat y microhabitat, tipo de alimento y actividad diaria y estacional, cada uno de los cuales es factible de cuantificar.

Nuestro conocimiento acerca de la ecología y biología de las serpientes en general, en comparación con otros vertebrados terrestres, es más difícil de estudiar, debido a los diferentes patrones de utilización de recursos que estas culebras emplean, comparados con otros anfibios y reptiles permanecen aún sin entenderse y los estudios que se han hecho por separado se considera que han sido azarosos o al menos poco predecibles (Tiebout, 1987).

UBICACION TAXONOMICA Y DISTRIBUCION DE LA ESPECIE.

Las culebras semiacuáticas del género Nerodia pertenecen a la subfamilia Natricinae, de la familia Colubridae. El nombre de la subfamilia es dado por el género Natrix, ya que hasta antes de 1960 las especies que la comprenden se ubicaban en este género, que abarcaban aproximadamente 90 especies distribuidas en todo el mundo. En 1960, Malnate dividió al grupo con base en características morfológicas (forma del surco espermático, disposición de los dientes en el maxilar y forma de las escamas internasales) en cinco géneros: Amphiesma, Fowlea, Macropaphis, Natrix y Rhabdophis. A partir de esta división, el género Natrix comprendía tres especies en Europa, cinco en el sureste de Asia, dos en el oeste de Africa y doce en Norteamérica.

El mismo año, Smith y Huheey (1960) separaron algunas especies americanas que agruparon en el género Regina (Malnate, op cit). Rossman y Eberle (1977) reagruparon el género (con base en las investigaciones de proteínas sanguíneas, cromosomas, escamación, osteología craneal y hemipenes) conservando para las especies Europeas el nombre de Natrix; los nombres Afronatrix y Sifonatrix fueron propuestos para los géneros Africano y Asiático respectivamente y finalmente para las especies Norteamericanas se propuso el nombre Nerodia. En particular la especie Nerodia rhombifera se distribuye desde E.E.U.U., a partir de los estados de Kansas, Indiana, Alabama y Texas, hasta el sur de México, en Tabasco y probablemente dentro de Campeche, Chiapas y Oaxaca.

En México existen tres subespecies: N. r. rhombifera; N. r. blanchardi y N. r. werleri, estas dos últimas endémicas de

México, presentes en sistemas de drenaje y cuencas de la costa este del Golfo de México, en zonas pantanosas y deltas (Conant, 1969).

DESCRIPCION DE LA SUBESPECIE.

Nerodia rhombifera blanchardi Clay, Localidad tipo: "dentro de un radio de 85 millas de Tampico en el triángulo formado por el río Tamesí y el río Panuco " (fig. 1) Holotipo, en el museo Carnegie 9512, un macho adulto, colectado entre Enero 15 y Febrero 20 de 1937, por J. Mortimer Sheppard.

DEFINICION. Una subespecie caracterizada por una marcada reducción en la intensidad del patrón dorsal varia de café claro a olivo oscuro. las marcas ventrales son immaculadas, a menudo representadas por manchas en adultos. Tipicamente el color del vientre va de amarillo a gris palido. Tienen una sola escama preocular (raramente 2) y usualmente tres postoculares (raramente 4). El número de escamas ventrales es de 139 a 150 (con una media de 143.2) en machos, 136 a 150 (con una media de 141.1) en hembras; el número de escamas subcaudales es de 76 a 88 (con una media de 81.3) en machos, 63 a 73 (con una media de 68.6) en hembras (McAllister, 1985).

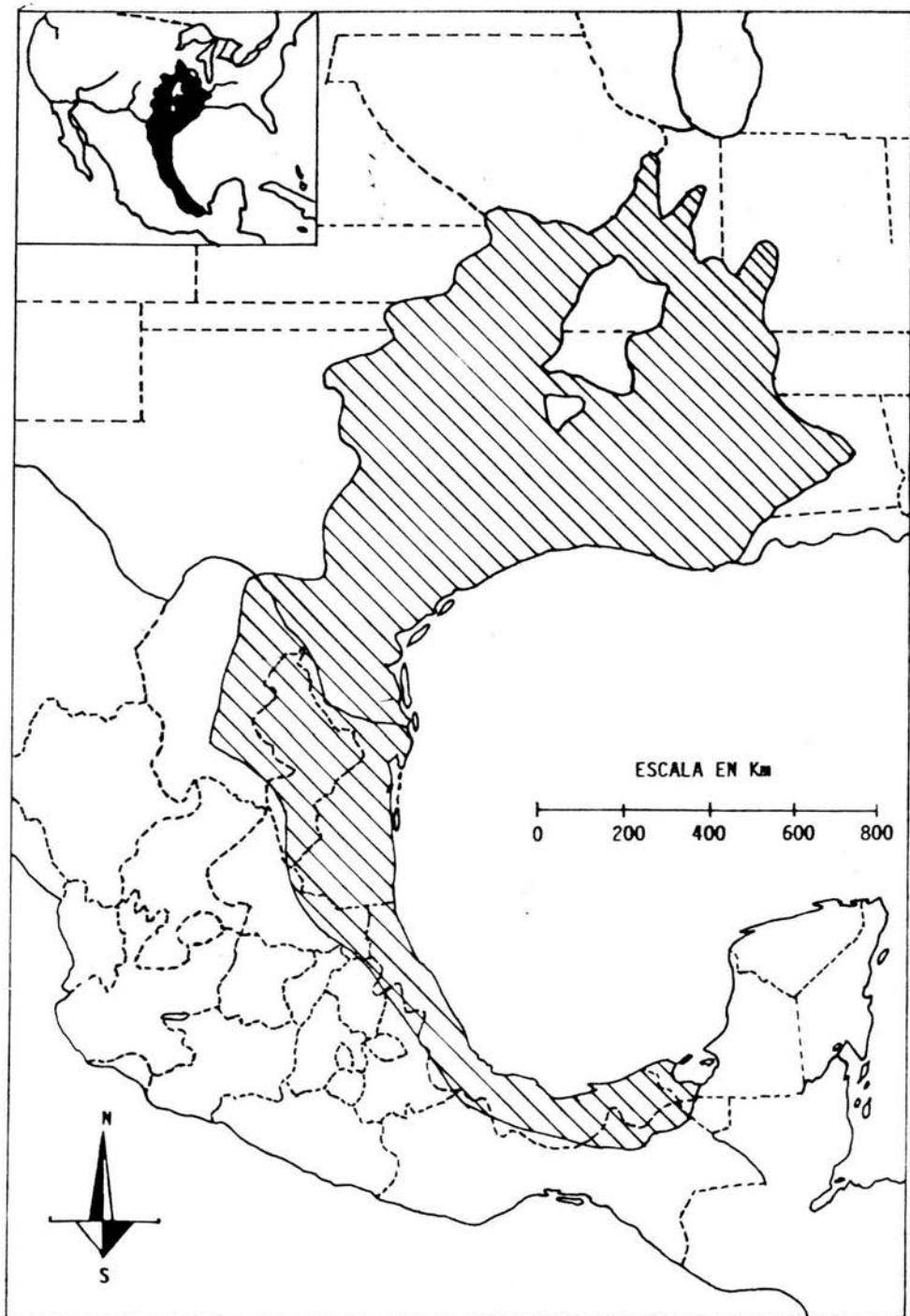


Fig.1 Distribución de *Nerodia rhombifera* en el continente Americano según McAllister, 1985.

ANTECEDENTES.

México es sin duda alguna, el país con mayor riqueza herpetofaunística del mundo, cuenta con 957 especies de anfibios y reptiles, cifra que representa el 10.4% de la herpetofauna mundial. Esta diversidad tan grande se debe fundamentalmente a la existencia de muchos tipos de ambientes y climas, como resultado de la situación geográfica y la topografía tan accidentada de nuestro país. También es de importancia relevante el hecho de que dentro de los límites del territorio nacional, convergen dos de las grandes regiones, la región Neártica y la Neotropical, dotándolo de un doble conjunto de especies de afinidad boreal y tropical (Toledo, 1988). No obstante, son comparativamente pocos los estudios que se han realizado sobre este tópico en nuestro país. Esto quizá se deba a diversos motivos, como es el hecho de que tanto los anfibios como los reptiles han sido muy subestimados por la supuesta carencia de importancia económica, o bien, puede deberse asimismo a la infundada aversión de algunas personas hacia estos animales, lo que influye de manera negativa en la realización de un mayor número de estudios en la materia.

Los primeros estudios herpetofaunísticos en el territorio nacional no se realizaron sino hasta finales del siglo pasado con trabajos como el de Herrera (1889, 1891a, 1891b, 1893, tomado de Gutierrez, 1986). Desde entonces y hasta mediados de este siglo, la tendencia en las investigaciones herpetológicas en el país se basaron principalmente en descripciones, taxonomía,

listado de especies y claves de identificación; puesto que esta porción de la fauna silvestre nacional era prácticamente desconocida. Como ejemplos citaremos Schmidt (1938) quien describe a las especies de serpientes del género Trimorphodon e Hypsiglena; a Smith (1939, 1941, 1945, 1946), quien describe, hace listado de especies, clasifica y realiza claves de identificación sobre los anfibios y reptiles de México (Alvarez del Toro, 1986).

Particularizando sobre el género Nerodia diremos que es un organismo ampliamente estudiado, como lo demuestran los siguientes trabajos:

1.- MORFOLOGIA.

Para 1960, Nakamura y Smith, realizan un estudio comparativo de ciertas características morfológicas, de longitud total, longitud hocico-cloaca, osteología craneal, vertebras, costillas y dentición, para diferenciar morfológicamente a las especies del género Regina. in den Bosch y Musters, (1987), estudian las aberraciones genéticas de la culebra Natrix maura en base a la escamación y morfología craneal. Y es hasta 1987 que Lawson, realiza la filogenia del género Nerodia en base a estudios biomoleculares.

2.- DISTRIBUCION.

Conant (1953), describe una nueva subespecie de Natrix a la que denomina werleri. Para 1969 destaca el trabajo del mismo Conant, en donde realiza una completa revisión taxonómica y de distribución de todas las subespecies del género Natrix.

3.- FISILOGIA.

Harvey Pough (1974), estudia la capacidad de captación de oxígeno por vía sanguínea para establecer la importancia ecológica durante la actividad del organismo.

4.- ECOLOGIA ESPACIAL.

Porter y Czaplicki (1974), hacen un estudio sobre la respuesta de las serpientes semiacuáticas Natrix rhombifera r. y Thamnophis sirtalis a cambios químicos en base a la turbidez del agua. En 1978 Hebrard y Mushinsky, describen el uso del habitat en un pantano de Louisiana para cinco culebras semiacuáticas. En 1980, Mushinsky, Hebrard y Walley, determinan el papel de la temperatura, sobre la conducta y asociaciones ecológicas de algunas culebras semiacuáticas simpátricas observando que de acuerdo a las diferencias de temperatura, existe una segregación espacial, entre otras cosas, entre las diferentes especies. Finalmente Tiebout y Cary (1982), establecen la dinámica espacial de la culebra semiacuática Nerodia sipedon en el sureste de Wisconsin.

5.- ECOLOGIA ALIMENTICIA.

Michel W. Dix (1968), sugiere que la preferencia alimenticia de Natrix sipedon es una cuestión innata y que surge de las variaciones geográficas intraespecíficas. En 1977, Mushinsky y Hebrard, establecen el reparto alimenticio, para cinco especies de culebras semiacuáticas en Louisiana, entre las que se

encuentran Nerodia c. cyclopion, N. r. rhombifera, N. erythrogaster, N. fasciata y Regina grahamii, quien determinó que el 95% del volumen de alimento ingerido para cuatro de ellas es básicamente de peces, mientras que para N. cyclopion, el 66% consiste en ranas. Para 1979, Dunbar, establece que los juveniles de Natrix sipedon muestran una preferencia innata para alimentarse de especies-presa simpátricas y que esta preferencia predomina sobre el efecto de alimentarse por primera vez. Asimismo Mushinsky y Lotz en 1980, estudian las respuestas que tienen Nerodia fasciata y N. erythrogaster ante extractos de presas comúnmente ingeridas y demostraron que en organismos recién nacidos, hay una fuerte respuesta quimiorreceptora hacia especies-presa simpátricas, y que esta respuesta va decayendo con el tiempo volviéndose menos específica y que quizá demuestre el momento de la maduración en estas culebras. Por otro lado, en 1982 se determinó que en Natrix maura, la temperatura juega un papel muy importante en la conducta alimenticia de esta culebra, planteando que para la época fría (invierno) sigue un comportamiento depredatorio de forrajeo y que para los meses de mayor temperatura, esta adquiere una conducta depredatoria de acecho. En el mismo año Mushinsky, Hebrard y Vodopich, estudiaron la ontogenia de la ecología forrajera de la serpiente semiacuática, utilizando para tal caso al género Nerodia, en donde observaron que para N. erythrogaster y N. fasciata cambiaron de presa de pez a rana cuando las culebras pasaban de los 50 cm., Finalmente Plummer y Goy (1984), establecen los cambios ontogenéticos en la dieta de Nerodia rhombifera, demostrando que la preferencia por ciertas presas cambia

proporcionalmente a medida que el tamaño de estas aumenta.

6.- REPRODUCCION.

Well y Aldrige (1981), hacen un estudio sobre la androgénesis estacional en el macho de Nerodia sipedon, midiendo los niveles de testosterona a través de la temporada activa durante tres años por medio de un radioinmunoensayo, viendo que los niveles más altos se presentaban en primavera y que disminuía considerablemente a mediados del verano y se incrementaba al máximo al final de la misma estación. Por otro lado, Aldrige en 1982, describe el ciclo ovárico en Nerodia sipedon y estudia los efectos que tiene la administración de una gonadotropina (FSH) en el desarrollo de los folículos pre y vitelogénicos en organismos juveniles y asimismo observa los efectos de la hipofisectomía en los mismos. Por último Saint Girons, en 1982 realiza una recopilación sobre todos los trabajos que se han realizado sobre serpientes, mencionando que el género Nerodia presenta un tipo reproductivo en machos del llamado espermatogénesis de verano, con la salvedad de este puede modificarse con las variaciones geográficas.

En lo que respecta a los estudios realizados en nuestro país sobre Nerodia, estos son prácticamente pocos salvo los reportes de distribución encontrados en el trabajo de Smith y Taylor (1945), la revisión taxonómica y de distribución del género Natrix (Nerodia) en México, hecha por Conant (1963, 1969) y finalmente el estudio que Manjarrez (1987) realizó sobre la ecología alimenticia de las culebras semiacuáticas Nerodia

rhombifera werleri y Thamnophis proximus en Alvarado Veracruz. Cabe por lo tanto mencionar que la evaluación de algunos parámetros ecológicos y ciclo reproductivo del género, no cuenta con antecedentes en el país.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

Determinar la amplitud de nicho y ciclo reproductivo de Nerodia rhombifera blanchardi.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- * Determinar el índice de amplitud de nicho temporal, espacial y trófico.
- * Evaluar si existe solapamiento intraespecífico entre juveniles y adultos, para índices de espacio, tiempo y alimento.
- * Establecer bajo condiciones de cautiverio el comportamiento alimenticio.
- * Determinar mediante un estudio anual el ciclo reproductivo de la población de Nerodia rhombifera blanchardi, en base a los cambios macroscópicos de las gonadas.
- * Establecer la relación existente entre los parámetros ambientales y el ciclo reproductivo.

AREA DE ESTUDIO

1.1 LOCALIZACION.

El área de estudio comprende la totalidad del cuerpo de agua de la Laguna de Metztitlán y las orillas de la misma, así como una parte del río Metztitlán (aproximadamente 500 m. antes de la desembocadura del mismo), este depósito lacustre ya próximo a desaparecer, se encuentra al Noroeste de Zupitlán y casi en el centro del estado de Hidalgo. Esta rodeada por una serie de depresiones que tienen un rango altitudinal que va de los 1300 a los 1700 msnm.. Geográficamente la laguna de Metztitlán se localiza entre los 20°39'6" y los 20°42'8" de latitud Norte y entre los 98°49'6" y los 98°53'3" de longitud Oeste (S.P.P., 1983); Ver fig. 2. Para llegar a la zona de estudio basta tomar la carretera Pachuca-Tampico, para tomar despues una desviación muy accidentada pero transitable en todas las épocas del ano, que se dirige directamente al poblado de Metztitlán, pasando por los poblados de Zoquital y Santa Mónica. La formación de la laguna fue accidental producida por el deslizamiento de una masa montanosa de enormes proporciones, que interrumpió el paso de las aguas del río Metztitlán, este al pasar por las vegas del mismo nombre, descendia bruscamente al Valle del Algodón ^{algodon} aguas abajo. Precisamente entre las vegas de Metztitlán y el valle de Algodón ^{algodon} se situó el enorme gajo rocoso e interrumpió el paso del río Metztitlán, acumulándose las aguas para dar origen a la laguna. Normalmente era de 10 km. de longitud pero casi ha

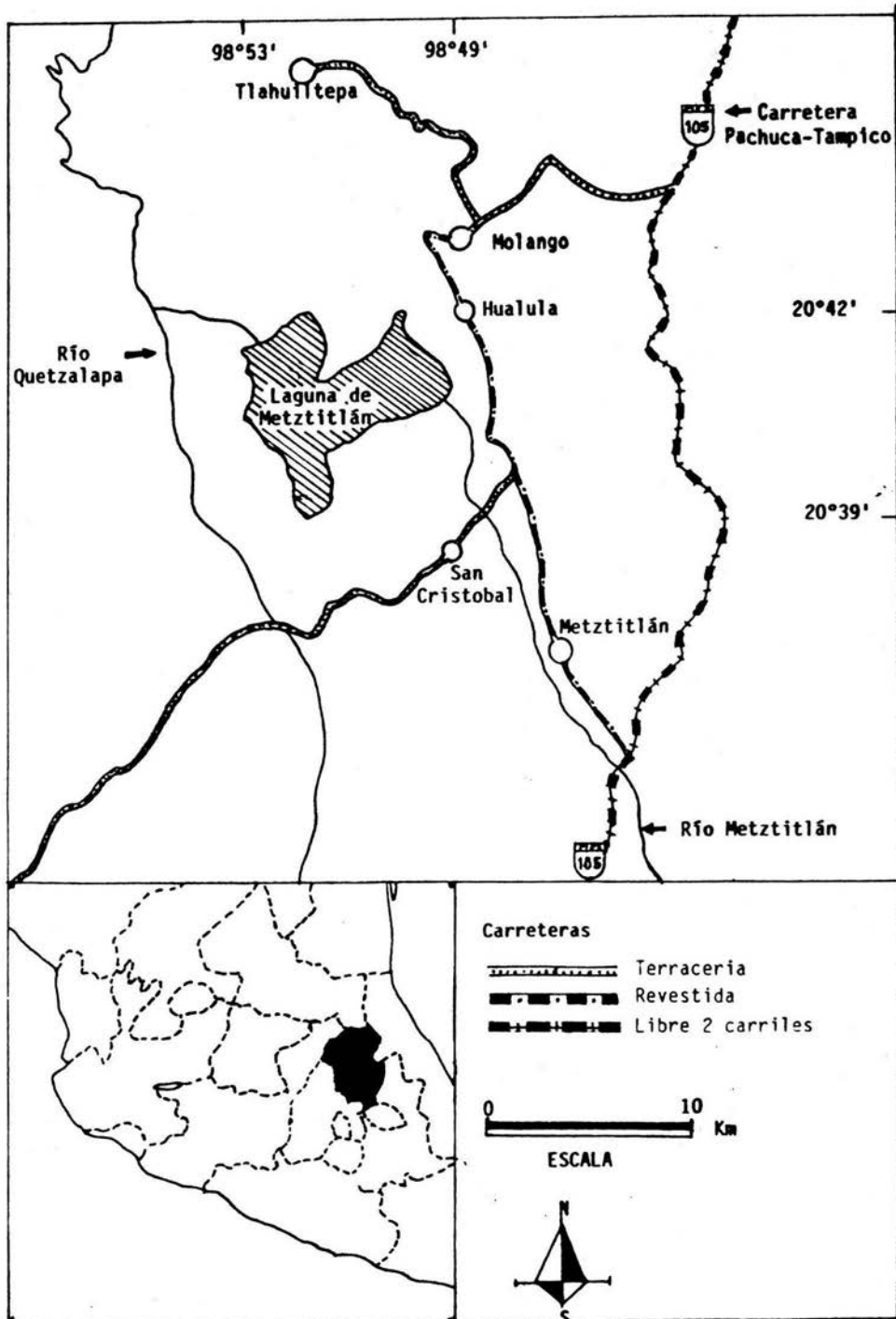


Fig.2 Ubicación de la Laguna de Metztitlán, Hidalgo, México.

desaparecido a partir de la construcción de túneles que han dado salida artificial al líquido (Arellano y Rojas, 1956).

1.2 GEOLOGIA.

Las montañas que circundan por su porción occidental a la laguna están formadas por rocas sedimentarias y vulcosedimentarias con predominancia de calcita-lutita. Hacia el Suroeste, se presenta una formación de rocas sedimentarias y vulcosedimentarias del Cuaternario formando a su vez un suelo de tipo aluvial que es utilizable para el cultivo (S.P.P., 1983).

1.3 HIDROLOGIA.

El principal afluente de la laguna es el río Metztitlán (o río Viejo) situado hacia la porción Oeste de la misma. Esta laguna se encuentra a su máxima capacidad a finales de la estación de lluvias y se mantiene así por pocas semanas, puesto que se han realizado túneles artificiales que dan salida a las aguas, esto con el fin de evitar inundaciones en los terrenos de cultivos (S.P.P., 1983).

1.4 EDAFOLOGIA

Toda la porción Occidental de la Laguna está representado por un suelo predominante de tipo Litosol y un suelo secundario de tipo Rendzina calcárico con una clase textural fina. Este suelo se caracteriza por tener una profundidad menor de 10 cm. Hasta la roca tepetate o caliche duro. En este caso puede ser utilizado para un pastoreo más o menos limitado y el empleo agrícola se halla limitado a la presencia superficial de agua, y

se ve condicionado por el peligro de erosión que siempre existe.

La rendzina, en tanto, se caracteriza por poseer una capa superficial abundante en humus y muy fértil, que descansa sobre la roca caliza o algún material rico en cal; son suelos poco profundos, muy susceptibles a erosión cuando están en praderas y lomas. Hacia el Noroeste tenemos un suelo predominante de tipo Regosol, el cuál se caracteriza por presentar capas distintas; frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su uso agrícola está principalmente condicionado a su profundidad y al hecho de que no presentan pedregosidad. Son de susceptibilidad variable a la erosión. Asimismo, presentan un suelo secundario de tipo edtrico que se caracteriza por presentar una fertilidad moderada o alta y es poco susceptible a la erosión. La clase textural media nos indica que la superficie de estos suelos es muy parecida a los limos de los ríos, abunda el limo, es la textura con menos problemas de drenaje, aireación y fertilidad. Finalmente, hacia la porción sureste de la laguna hay un suelo predominante de tipo fluvisol calcárico caracterizado por estar formado siempre por materiales acarreados por el agua, siendo poco desarrollados. Entre los materiales acarreados para este caso se encuentran grandes cantidades de sales en toda la superficie o en algunas partes no muy profundas. Se utiliza para la agricultura con rendimientos moderados o altos en función del agua disponible y la capacidad del suelo para retenerla. En Metztitlán se utiliza para el pastoreo con rendimientos moderados. Se presenta también un suelo secundario del tipo feozem calcárico, caracterizado por poseer una capa superficial

obscura, suave y rica en materia orgánica; al ser calcárico tiene todos sus horizontes y por tanto son los feozem más fértiles y productivos en la agricultura y la ganadería, cuando son profundos y planos como en el caso de Metztlán (S.P.P., 1981, 1983).

1.5 CLIMA

De acuerdo a los datos obtenidos de la estación meteorológica de Metztlán, el clima que corresponde al tipo BShw (según Koopen, modificado por García, 1973), es decir, pertenece al grupo de climas secos (con lluvias en verano y escasas a lo largo del año, del subtipo seco semicálido con lluvias en verano, con un porcentaje de precipitación invernal entre 5 y 10.2 mm; invierno tibio). Presenta una temperatura y precipitación anual de 20.2 °C y 436.4 mm respectivamente; donde la máxima temperatura es en el mes de mayo con 23.1 °C y la mínima en enero con 16.1 °C, así como la máxima precipitación dada en el mes de septiembre con 105.8 mm y la mínima presente en febrero con 2.8 mm. (S.P.P., 1983).

1.6 VEGETACION

Toda la porcion Norte de la laguna se halla dominada por un tipo de vegetación de matorral crasicaule, el cual se presenta en forma de una comunidad dominada por Opuntia streptocantho, Zaluzania augusta y Mimosa bruncifera que mide de 2 a 3 m de alto, Yucca filifera y Schinus molle; prospera sobre laderas de roca volcánica, e inclusive un gran número de componentes herbáceos y semiarbusivos, algunos de ellos trepadores. Al

suroeste de la laguna se presenta una vegetación de matorral submontano. Es un matorral generalmente inerme, alto (de 3 a 5 m) y denso, más o menos perenifolio, que se desarrolla sobre suelos someros de laderas de cerros, en la mayoría de los casos formados de roca sedimentaria; el tamaño de la hoja o foliolo generalmente mayor que en el caso de los matorrales xerófilos. Los dominantes varían de una región a otra, pero los más frecuentes son: Elietta porvifolia, Neopringlea integrifolia, Gochnatia hypoleuca, Pithcellobium brevifolium, Quercus fusiformis y Cordia boissieri (Rzedowski, 1981).

METODOLOGIA

TRABAJO DE CAMPO

Se hicieron muestreos mensuales con una duración de 3 a 4 días, durante el período comprendido entre Febrero de 1989 a Diciembre de 1990, se colectaron de 6 a 8 organismos en cada muestreo, indistintamente de la talla y el sexo, en los meses en que la captura fue mayor de 6 organismos, se marcaron por descamación ventral (Ferner, 1979) y se liberaron, con el fin de observar desplazamiento. El método de captura fue manual y/o con ayuda de ganchos herpetológicos donde se tomaron los siguientes datos: localidad, fecha, especie, sexo, hora, T° ambiental, humedad relativa, tipo de sustrato y actividad.

La T° ambiental se tomó con un termómetro de mercurio, con rango de 0° a 100°C, mientras que la humedad relativa fue registrada con un higrómetro estandar para campo. Posteriormente con una cinta métrica flexible se tomaron medidas morfométricas: longitud total, longitud de la cola y longitud hocico-cloaca.

A todos los organismos capturados, se les extrajo el contenido alimenticio por regurgitación forzada (Carpenter, 1952; Cambell, 1969 y Kofron, 1978; Tomado de Sosa, 1982). Los organismos seleccionados para el análisis reproductivo y trófico, fueron pesados con una balanza granataria (0.1 y 0.01 gr.); sacrificados por desnucamiento y fijados con formol amortiguado al 10%, posteriormente se transportaron al laboratorio. Asimismo se realizaron avistamientos y colectas al azar durante un ciclo

de 24 hrs. en cada muestreo, anotando el número de individuos avistados por hora (tratando de no pasar por el mismo lugar al menos durante una hora, evitando así, los conteos repetitivos), tipo de sustrato en el que se avistaron y/o colectaron, y actividad realizada.

Durante los últimos meses de muestreo, en las zonas de captura o avistamiento, se hicieron muestreos de presas potenciales, para establecer la relación entre los recursos disponibles y utilizados de la población de Nerodia rhombifera blanchardi, asimismo, fueron capturados algunos organismos, que fueron transportados vivos al laboratorio del Museo de Zoología, para evaluar el comportamiento alimenticio en condiciones de cautiverio.

TRABAJO DE LABORATORIO

Para establecer la talla de maduración sexual se tomarón en cuenta los trabajos de Muchinsky y Lotz (1980), Muchinsky et al (1980) y ante la ausencia de otros trabajos al respecto, se consideraron que por debajo de 50 cm. de LHC los organismos son juveniles y cuando exceden esta talla son adultos.

Esta apreciación se utilizó en todos los índices manejados en este estudio.

AMPLITUD DE NICHO TROFICO.

Una vez en el laboratorio, se procedio a realizar la disección de los de los organismos para extraer el estomago y posteriormente se obtuvo el contenido estomacal (al igual que el obtenido en el campo por regurgitación forzada), con ayuda de un microscopio estereoscópico (Karl Zeiss 6x), para establecer con ayuda de claves especializadas en peces (Alvarez del Villar, 1978) y anfibios (Smith and Taylor, 1945; Casas Andreu, 1979), los taxa de las presas consumidas hasta especie.

COMPORTAMIENTO ALIMENTICIO EN CAUTIVERIO.

Los organismos que fueron transportados vivos, se mantuvieron en peceras de 45x32x27 cm., previamente adaptadas, durante 7 días sin proporcionarle ningún tipo de alimento (Dix, 1968; Dumber, 1979; Mushinsky, 1980). Posteriormente se les dió una a una diferentes presas potenciales, mismas que fueron seleccionadas basandonos en el trabajo de Cary y Tiebuot(1987), quienes consideran que todas las especies de Nerodia se alimentan preferentemente de peces y anfibios, cuya proporción en su dieta

varía dependiendo de la especie estudiada. Por tanto, se les proporcionó Astianax fasciatus, Ciprinus carpio y Poecilia mexicana, así como Adultos y juveniles de Rana berlandieri y Bufo valliceps, obtenidos durante el trabajo de campo, con la finalidad de observar las preferencias alimenticias, modo de captura de las presas y observándose, asimismo, la actitud de los organismos para la obtención de su alimento.

CICLO REPRODUCTIVO.

Una vez disectadas las gonadas y los cuerpos grasos, se procedió a obtener los siguientes datos:

- a) Peso de ambos testículos, sin el epidídimo.
- b) Forma del epidídimo (actividad).
- c) Peso de ambos ovarios.
- d) Conteo y medición de cada folículo ovarico y cuerpos láteos.
- e) Registro del peso, de los huevos oviductales y/o embriones cuando se presentaron.
- f) Identificación de las etapas del desarrollo ovárico, cuando fde posible.
- g) Registro del peso de los cuerpos grasos en ambo sexos.

Las dimensiones lineales para testículos y para folículos ováricos, se hicieron con un calibrador vernier (0.1 mm.), y los pesos se determinaron en una balanza analítica (Sartorius 0.0001 g.).

Los machos que presentaron testículos agrandados, junto con el epidídimo muy contorneado, se les consideró como activos reproductivamente y en aquellas tallas mínimas, en las que se detecto el epidídimo muy contorneado o la presencia de huevos preoviductales en el caso de hembras, se consideró como la talla mínima de madurez sexual (Litch, 1967).

ANALISIS DE DATOS.

AMPLITUD DE NICHOS TROFICOS.

Para evaluar el índice de amplitud de nicho trófico se consideraron los porcentajes de cada taxa-presa a partir del total encontrados en el contenido estomacal. Para este efecto se aplicó el índice de diversidad de Simpson en su forma estandarizada (Levins, 1968) y cuyos valores tienden a cero para poblaciones con hábitos alimenticios especializados y hacia uno para poblaciones generalistas; mediante la siguiente fórmula:

$$D_s = \frac{[\sum P_i^2]^{-1} - 1}{N - 1}$$

Donde: P_i = Proporción de individuos encontrados en el contenido estomacal.

N = Número de taxa-presa encontrados en el contenido estomacal.

Este índice se aplicó de igual forma en organismos juveniles (< 50 cm. LHC) y organismos adultos (> 50 cm. LHC) a fin de establecer si existe una diferencia significativa en su dieta.

Asimismo, para determinar la importancia de un elemento alimenticio en la dieta de Nerodia rhombifera blanchardi, se calculó el índice de valor de importancia alimenticia (Acosta, 1982), que considera los tres parámetros esenciales en los estudios de alimentación.

1.- Abundancia relativa, definida como la proporción de cada

categoría de presa con respecto al total.

- 2.- Volumen porcentual, que es el porcentaje en volumen que representa a cada elemento con respecto al total.
- 3.- Frecuencia de ocurrencia, estimada con el número de estómagos en los que aparecen un determinado elemento.

$$V.I. = V'_{ij} + N'_{ij} + F'_{ij}.$$

$$\text{Donde: } V'_{ij} = V_{ij} / \Sigma V_{ij}$$

$$N'_{ij} = N_{ij} / \Sigma N_{ij}$$

$$F'_{ij} = F_{ij} / N_j$$

V.I. = Valor de importancia

V_{ij} = Volumen del "i" elemento alimenticio (a) en el "j" depredador

ΣV_{ij} = Volumen total del contenido estomacal

N_{ij} = Número de elementos del "i" elemento alimenticio (a) en el "j" depredador

ΣN_{ij} = Número total de elementos en la muestra

F_{ij} = Número de contenidos estomacales, donde se presenta el "i" elemento alimenticio del "j" depredador

N_j = Número total de contenidos estomacales del "j" depredador

Los valores del valor de importancia varían de 0 a 3, siendo el primer valor para aquellos artículos alimenticios de escasa importancia, y el segundo para especies sumamente estenófagas, que basan su alimentación solamente en un artículo alimenticio.

AMPLITUD DE NICHO TEMPORAL Y ESPACIAL.

Para la evaluación de ambos índices, se utilizó de igual forma al nicho trófico, el índice de diversidad de Simpson (Levins, 1968), tomándose en cuenta las modificaciones pertinentes para cada condición, considerándose para la amplitud de nicho temporal: número de individuos por hora, hora, y longitud hocico-cloaca de los organismos colectados y/o avistados, mientras que para la amplitud de nicho espacial se consideró: número de individuos colectados y/o avistados, tipo de sustrato en el que fueron vistos y/o colectados y longitud hocico-cloaca de los mismos.

SOLAPAMIENTO DE NICHO TROFICO, TEMPORAL Y ESPACIAL.

Para establecer si existe un solapamiento de nicho bajo o alto en los tres aspectos ecológicos considerados en este trabajo entre individuos juveniles y adultos, se utilizó el índice de solapamiento de Pianka (1982), cuyos valores tienden a 0 entre poblaciones poco solapadas, y hacia 1 entre poblaciones muy solapadas; observándose a su vez las modificaciones necesarias para cada parámetro a determinar, por medio de la siguiente fórmula:

$$O_{jk} = \frac{\sum P_{ij} \cdot P_{ik}}{\sqrt{\sum P_{ij}^2 \cdot \sum P_{ik}^2}}$$

Donde: P_{ij} = Proporción de individuos encontrados en "i" de la especie "j".

P_{ik} = Proporción de individuos encontrados en "i" de la especie "k".

CICLO REPRODUCTIVO.

Para la determinación del desarrollo gonádico en ambos sexos, se empleo el índice gonadosomático, el peso de las gonadas (IGS-P), además del índice somático de cuerpos grasos (ISCG).

$$\text{IGS} = \frac{\text{Peso de la gónada} \times 100}{\text{PTO}}$$

$$\text{ISCG} = \frac{\text{Peso de los cuerpos grasos} \times 100}{\text{PTO}}$$

Donde: PTO = Peso total del organismo.

Se calcularón valores medios por mes y se compararon, para lo cual se utilizo la prueba estadística de Kruskal-Wallis, para determinar si las diferencias fueron realmente significativas (Duran, 1986).

A su vez, se determinó el tamaño de la camada en base al número de folículos vitelogénicos y huevos cuando estos estuvieron presentes además de establecerse la relación existente entre esta y la longitud hocico-cloaca (LHC).

Finalmente, los resultados obtenidos en estos índices, se relacionaron con los parametros medioambientales observados a lo largo del ciclo del muestreo, mediante un analisis de correlación de Pearson (Zar, 1974). Donde los parametros a relacionar fueron:

I.- IGS con la Temperatura ambiental media mensual, para ambos sexos.

II.- IGS con la Humedad relativa media mensual en ambos sexos.

III.- IGS con ISCG, en ambos sexos.

IV.- LHC de la hembra con el tamaño de la camada.

DIMORFISMO SEXUAL.

Ante la dificultad de determinar morfológicamente el sexo de Nerodia rhombifera blanchardi, se optó por utilizar las características morfométricas de longitud total (LT) y longitud hocico-cloaca (LHC), para observar las proporciones de la cola en ambos sexos, así como el peso del organismo (Levy, 1990).

RESULTADOS

CONDICIONES AMBIENTALES DE LA LAGUNA.

De acuerdo a las características ambientales que se obtuvieron a lo largo del muestreo, se pudo establecer que la región presenta una estacionalidad bien definida:

a) Primavera; comprende los meses de Marzo a Junio, y durante este período, la presencia de lluvias es casi nula, apareciendo estas a finales de Junio, lo que marca la entrada de la siguiente estación. Esta se presentó con una temperatura promedio máxima de 21.4°C y una mínima de 17.5°C, siendo el mes de Mayo el más caluroso con 31°C y a su vez el más frío con 16°C. La humedad relativa (H.R.) promedio máxima fue de 85% y la mínima de 47%, siendo el mes de máxima H.R. en Junio con 100%, debido a la presencia de lluvias ocasionales, y el mes de Marzo con la mínima H.R. de 37%.

Es en esta estación donde el volumen del cuerpo de agua de la Laguna, se presentó con el más bajo nivel durante el muestreo, puesto que, su único afluente es el río Meztitlán, y éste a su vez se presentó en sus niveles más bajos, debido principalmente a que sus aguas son utilizadas comunmente para el riego.

b) Verano; comprende los meses de Junio a Septiembre, se caracterizó por la gran precipitación pluvial, que se suscita durante estos meses. Siendo su temperatura promedio máxima de 27°C y la mínima de 19°C. La humedad relativa promedio máxima fue de 97% y la mínima de 60%, presentándose los meses de Junio y

Julio como los de mayor H.R., Agosto y Septiembre como los meses de más baja H.R.. Fúe en este periodo, cuando el volumen de la Laguna comenzó a elevarse y empezó a invadir las tierras de cultivo. Esto se debe a que la Laguna esta situada en una cuenca de depósito, recibiendo por lo tanto, grandes volúmenes de agua por arrastre, por aumento del caudal del río y por las mismas lluvias.

c) Otono; estación que comprende los meses de Septiembre a Diciembre, fúe durante este periodo cuando la Laguna alcanzó su volumen máximo de agua, debido a que las aguas de la presa de Tulancingo son descargadas sobre la Laguna. Fúe a principios de esta estación, cuando aparecen las últimas lluvias del año, se empezaron a notar cambios bruscos en la temperatura y en la H.R., a lo largo de los días, presentandose días calurosos y despejados durante la tarde, y tornandose fríos y húmedos durante la noche. En este periodo, la temperatura promedio máxima fúe de 29°C y la mínima de 16°C, mientras que la H.R. máxima fúe de 84% y una mínima de 43%. El mes más cálido fúe Octubre con 30.5°C, el mes más frío fúe Diciembre con 11°C, mientras que el más húmedo fúe Septiembre y el de menor H.R. fúe Noviembre.

d) Invierno; ultima estación, que comprende de los meses de Diciembre a Marzo, la cual se caracterizó por la ausencia total de precipitación pluvial; por las tardes templadas y noches sumamente frías en la mayor parte de la misma, teniendo un ligero repunte en cuanto a la temperatura, para el último mes, la cual marca la entrada de la próxima estación, ya que es posible observar como va disminuyendo el intervalo de temperaturas, haciendose menos extrema, no así en la H.R., en donde se mantiene

un cierto patrón para todos los meses. Teniendo una temperatura máxima promedio de 28°C y la mínima promedio de 14°C, siendo Enero el mes de máxima temperatura con 31°C y el mes de Diciembre con una mínima de 11°C. La máxima H.R. promedio fue de 82.5%, y la mínima de 38.5%, siendo el mes de Diciembre el que presentó la mayor H.R. con 88%, el mes de Marzo con una mínima de 37%. Fue en este momento, cuando la Laguna empieza a bajar de nivel, debido a la escasa precipitación pluvial (fig. 3 y 4).

CLIMOGRAMA METZTITLAN

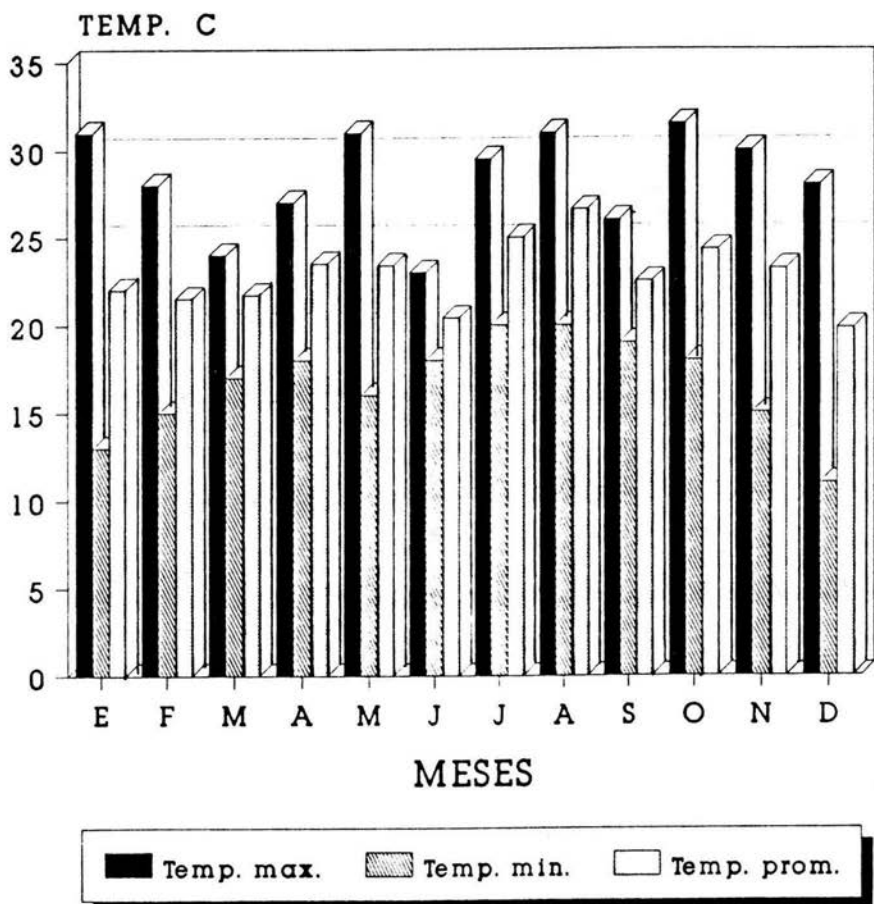


Fig.3 Climograma de la Laguna de Metztlán, Hgo. durante el muestreo.

HUMEDAD RELATIVA

Metztitlan, Hgo.

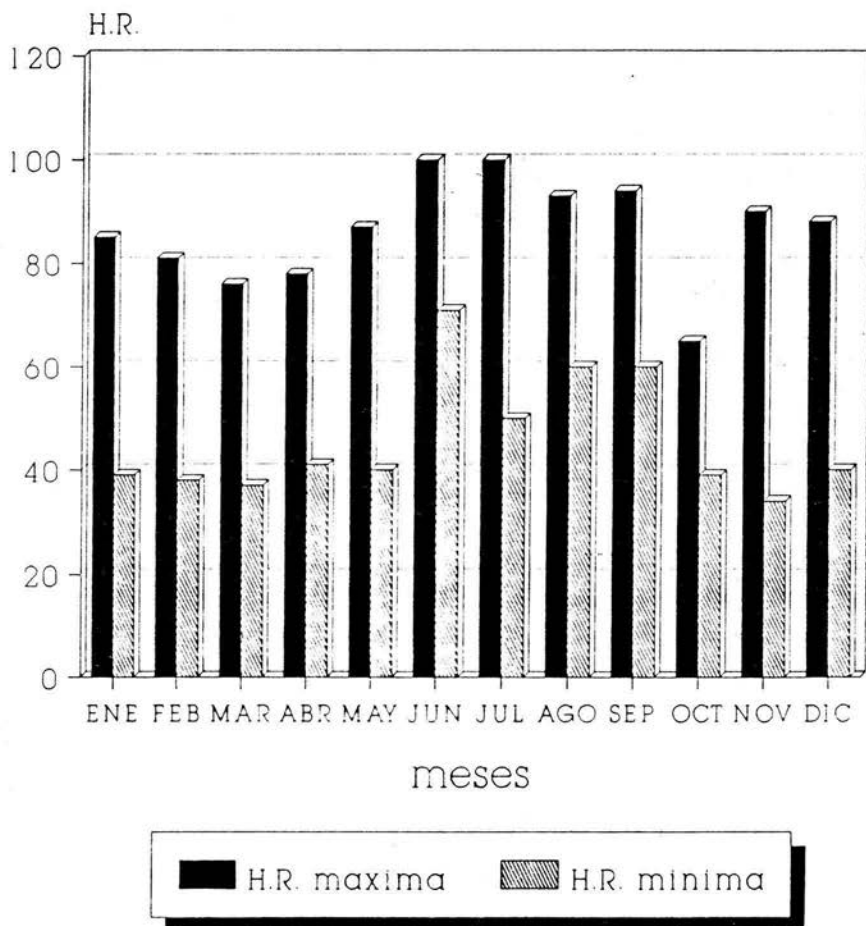


Fig.4 Que muestra la humedad relativa en la zona de muestreo.

ABUNDANCIA RELATIVA.

A lo largo del muestreo fueron avistados un total de 345 organismos de Nerodia rhombifera blanchardi, de los cuales se colectaron 73, 22 fueron marcados y liberados, en tanto que 6 de ellos se mantuvieron en cautiverio. De los 345 organismos, 248 fueron adultos y 97 juveniles. Asimismo de los 73 colectados, 38 fueron hembras y 35 machos; tanto juveniles como adultos.

ABUNDANCIA MENSUAL.

La estacionalidad presente en el área de estudio marcó la abundancia de esta culebra durante el muestreo, de tal forma, que durante los meses que comprenden Primavera y Verano, el número de organismos fue más o menos constante, con un rango de 15 a 24 organismos, en tanto que para los meses de Otoño, su número se incremento considerablemente, desde un mínimo de 28 organismos para el mes de Septiembre, hasta 101 para el mes de Octubre, siendo este mes en el que mayor cantidad de organismos se encontraron. Mientras tanto, en los meses que comprenden Invierno, solamente se observaron dos individuos en Enero (fig. 5 y 6)

En lo que respecta a la proporción de hembras vs machos y adultos vs juveniles (fig. 5 y 6), esta no se presenta de forma constante a lo largo del año, aunque en el mes de Octubre, se encontraron más hembras que machos.

ABUNDANCIA MENSUAL ADULTOS

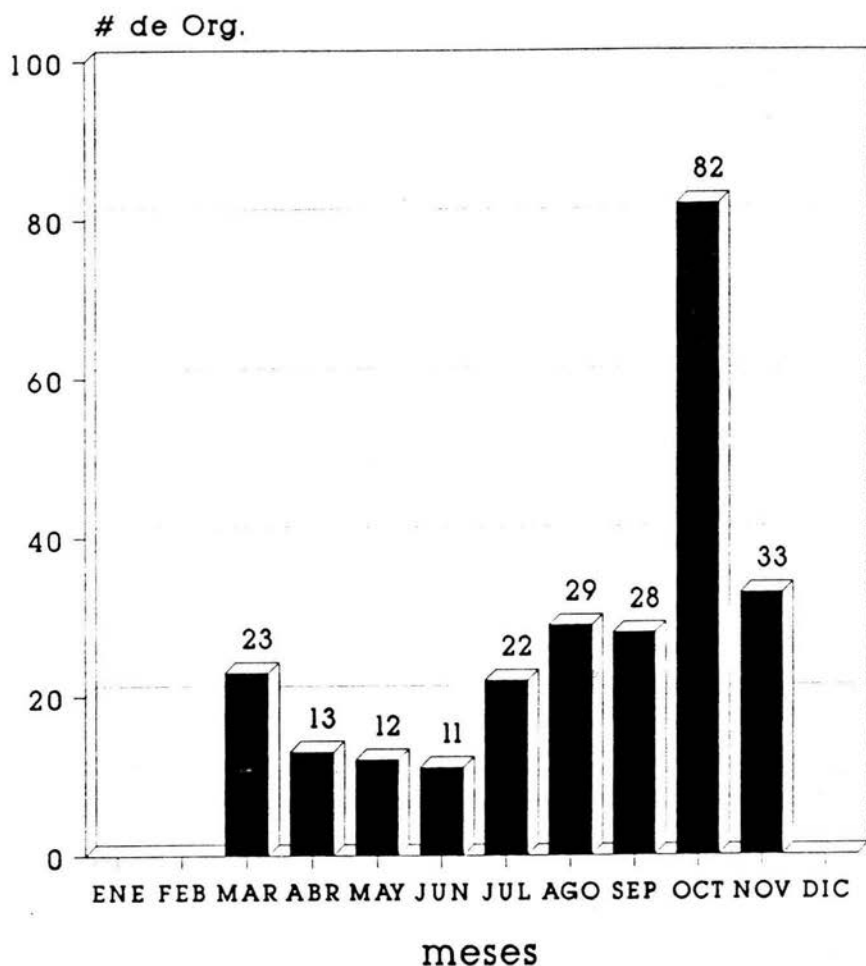


Fig.5

ABUNDANCIA MENSUAL JUVENILES

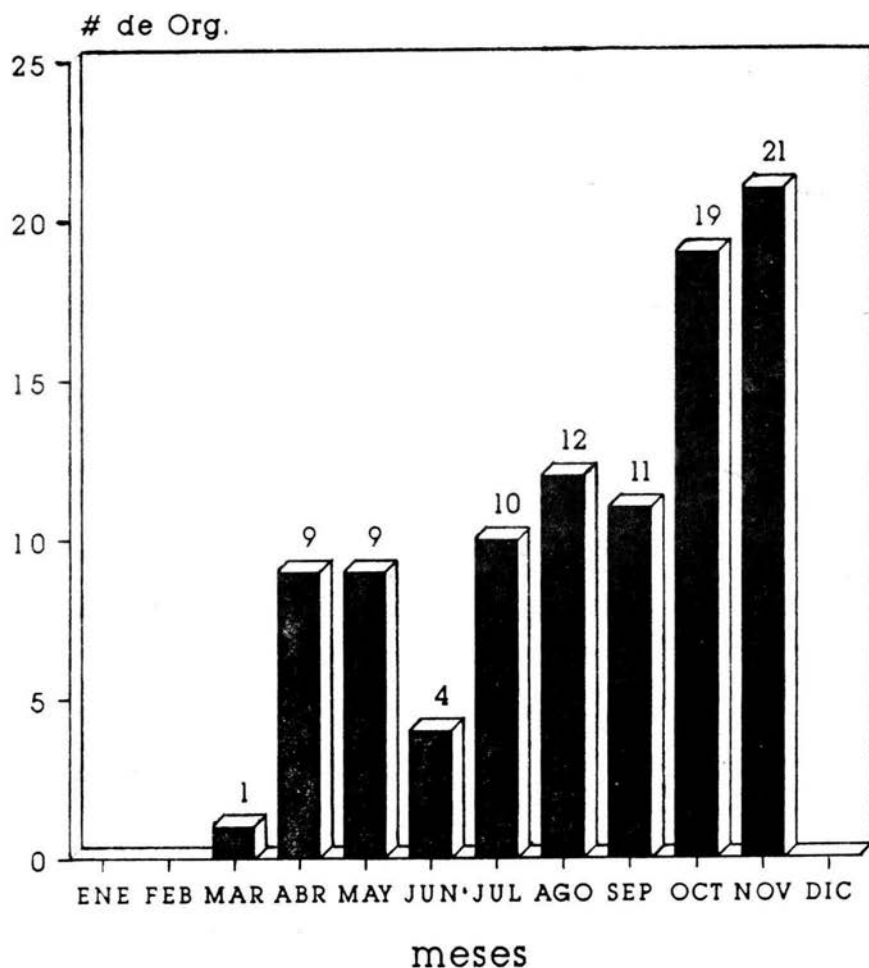


Fig.6

AMPLITUD DE NICHO TROFICO.

Para adultos se presentaron 5 diferentes taxa-presa, siendo el más representativo el pez Astianax fasciatus con 70.6% le sigue en orden de importancia Poecilia mexicana con 14.7%; Cyprinus carpio y el sapo Bufo valliceps con 5.9% y finalmente la rana Rana berlandieri con 2.9% (fig. 7). Así que el índice de diversidad de Simpson resultante para los adultos es de 0.027 (Tabla A).

El número de taxa-presa presente en juveniles fue menor, pero presenta uno no observado en la dieta de adultos: renacuajos de R. berlandieri, cuyo porcentaje en su dieta es el mayor con un 37.5%, siguiéndole en orden de importancia los peces A. fasciatus y P. mexicana con 25%, en tanto que C. carpio está presente con 12.5% (fig. 7).

El índice de amplitud de nicho de Simpson resultante para juveniles es de 0.365 (Tabla A), mientras que el solapamiento de nicho trófico entre los adultos y juveniles de Nerodia rhombifera blanchardi tiene un valor de 0.573 (Tabla A).

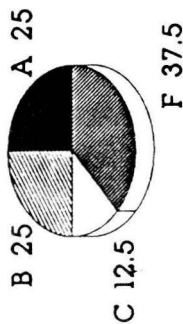
Al considerar el valor de importancia alimenticia en adultos, se encuentra que A. fasciatus tiene el valor más alto con 2.1, y en menor grado el de P. mexicana, B. valliceps, C. carpio y R. berlandieri, 0.42, 0.17, 0.17 y 0.09, respectivamente. En juveniles el valor más alto se encuentra en el renacuajo de R. berlandieri con 1.125, siguiendo A. fasciatus y P. mexicana ambos con 0.75 y finalmente C. carpio con 0.37 (fig.8 y 8a).

NICHO TROFICO ADULTOS Y JUVENILES



ADULTOS

- A.- *Astlanax fasciatus*.
- B.- *Poecilia mexicana*.
- C.- *Cyprinus carpio*.
- D.- *Bafo valliceps*.
- E.- *Rana berlandieri*.
- F.- *Rana cuajalajalae*.



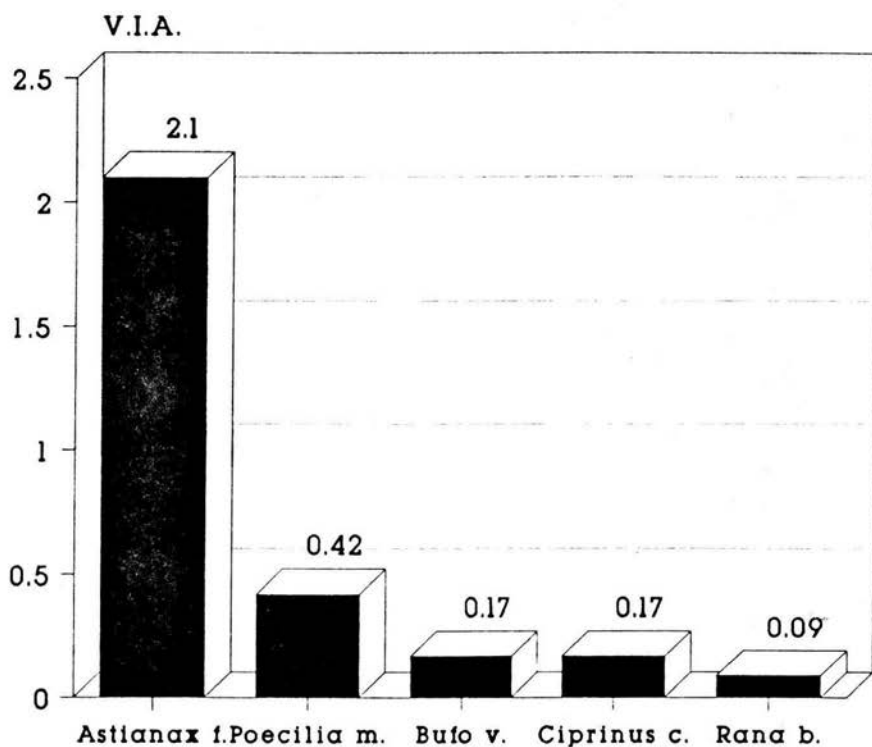
JUVENILES

Fig.7 Porcentaje de tasas-presa encontrados en el contenido estomacal y por rejugitación forzada.

NICHO	AMPLITUD ADULTOS	AMPLITUD JUVENILES	SOLAPAMIENTO ENTRE ADULTOS Y JUVENILES
TROFICO	0.027	0.365	0.563
TEMPORAL	0.019	0.860	0.799
ESPACIAL	0.0077	0.027	1

TABLA A Indices de amplitud y solapamiento de los nichos trofico, espacial y temporal. Observados en Adultos y Juveniles de *Nerodia rhombifera blanchardi*.

VALOR DE IMPORTANCIA ALIMENTICIA ADULTOS



Astianax f. Poecilia m. Bufo v. Ciprinus c. Rana b.

TAXA-PRESA

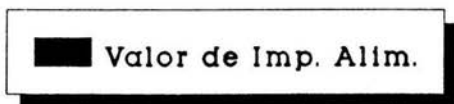
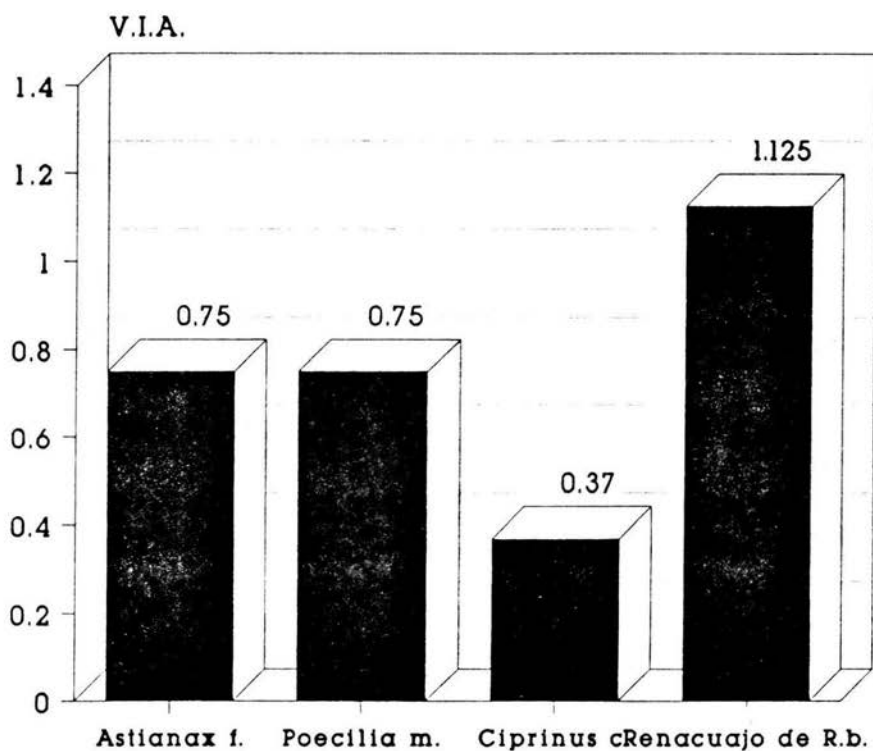


Fig.8 Valor de importancia alimenticia
en base a la preferencia observada hacia
sus presas.

VALOR DE IMPORTANCIA ALIMENTICIA JUVENILES



TAXA-PRESA

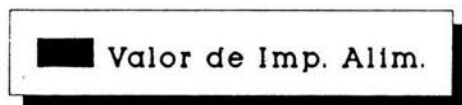


Fig.8a Representa los valores de V.I.A. en base a la preferencia observada hacia sus presas.

NICHO TEMPORAL.

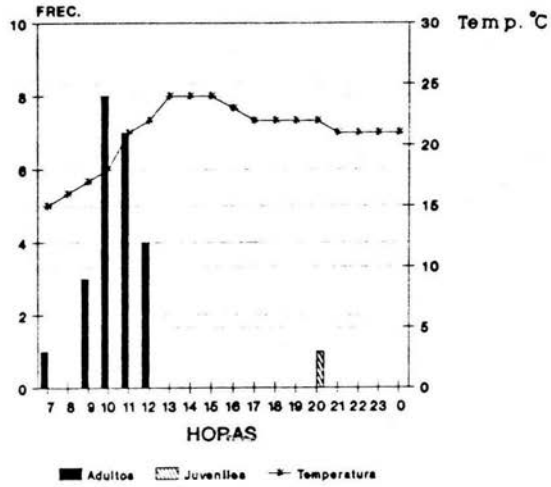
El rango de actividad observado para Nerodia rhombifera blanchardi, abarca desde las 7:00 AM las 0:00 PM (fig. 9) por lo que este rango tiene 18 horas de clara actividad. Al menos durante 9 meses del año, pues en el mes de Enero solo se observaron 2 individuos, para Febrero y Diciembre no se observó ninguno. Ahora bien, para el caso de organismos adultos, estos se les puede encontrar a lo largo de todo el año preferentemente durante el día y en algunos casos durante la noche, pero en un número significativamente inferior. Así se pudo determinar que los individuos adultos, tienen una preferencia significativa por las horas de luz, especialmente por aquellas en que la incidencia solar es más fuerte, es decir de las 9:00 am. a las 15:00 pm. (fig. 9).

En lo que respecta a los juveniles, hay un desfazamiento evidente durante los 9 meses en los que se observó actividad, pues en los meses de Marzo a Junio estos unicamente se encontraron en la noche, a partir de Junio hasta Noviembre (en Verano y Otoño), tales organismos se podían localizar tanto en la noche como en el día (presentandose en mayor número, en este último). Asimismo es posible observar, que los organismos juveniles aparecen en el horario nocturno inmediatamente despues de obscurecer. Su horario diurno abarca de las 10:00 am a las 15:00 pm (fig.9).

Al considerarse los datos del ciclo de actividad de Nerodia rhombifera blanchardi, se obtuvo un valor de amplitud de nicho temporal para adultos de 0.019 y para juveniles de 0.086.

Asimismo, al compararse la actividad registrada para adultos y juveniles, se obtuvo un valor de solapamiento de nicho temporal de 0.799 (Tabla A)

MARZO



ABRIL

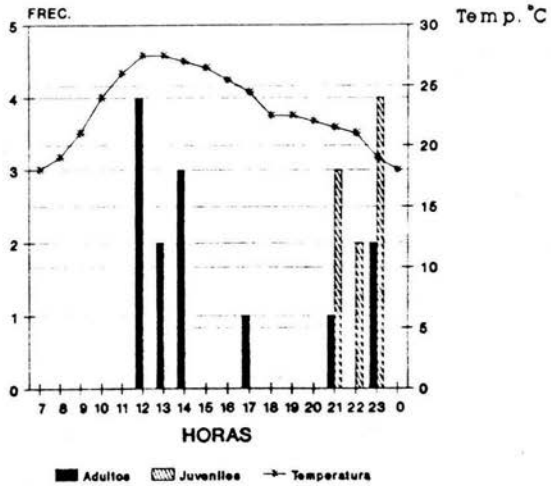
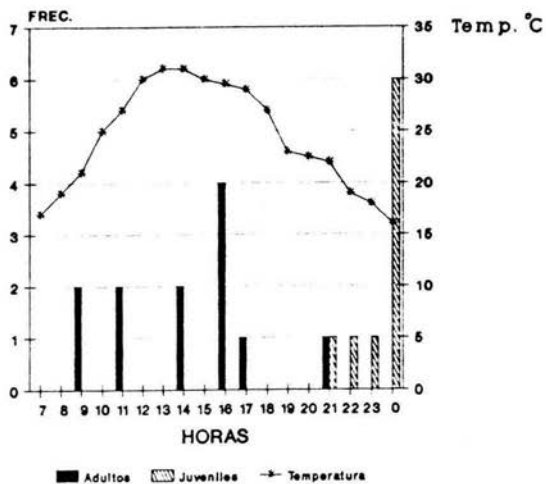
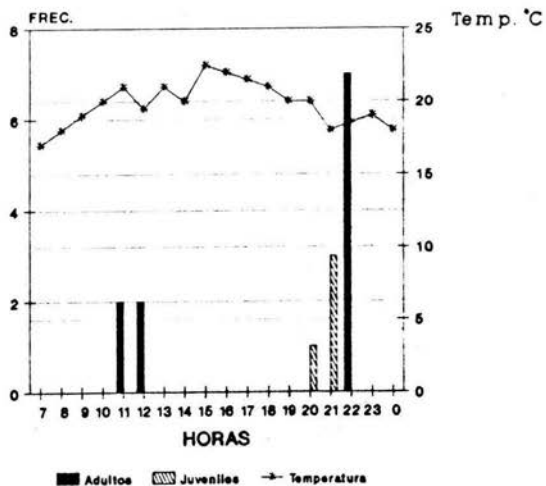


fig.9 Actividad mensual de *Nerodia rhombifera blanchardi*.

MAYO

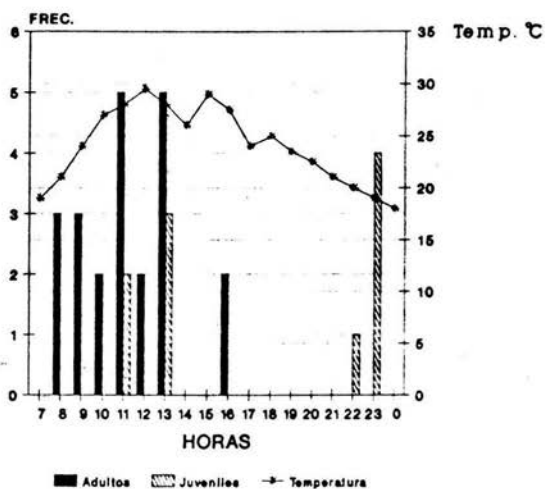


JUNIO

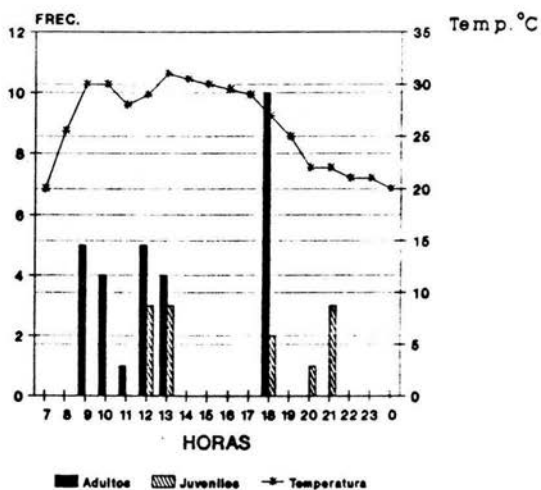


Continuación de la figura 9.

JULIO

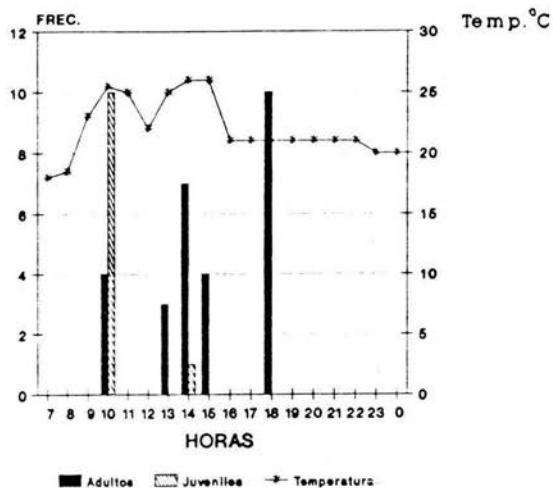


AGOSTO

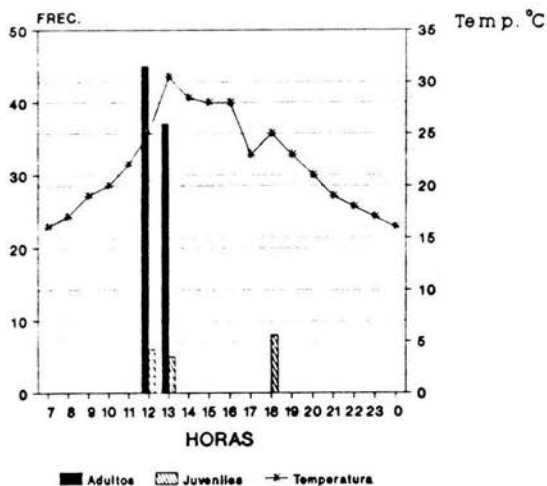


Continuación de la figura 9.

SEPTIEMBRE

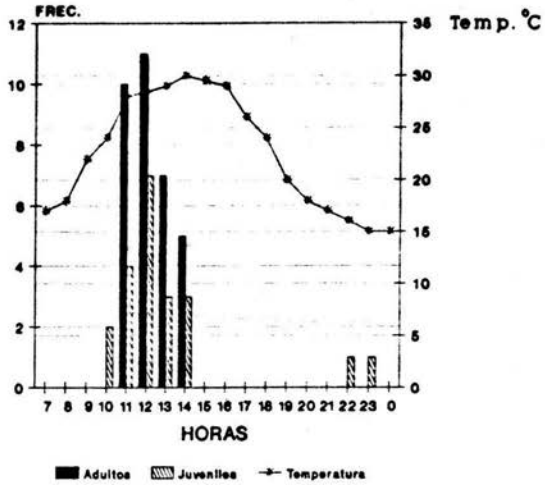


OCTUBRE



Continuación de la figura 9.

NOVIEMBRE



Continuación de la figura 9.

NICHO ESPACIAL.

La zona de muestreo colinda con un área de terreno que es utilizada para el cultivo intensivo cuando éste no se ve inundado por la laguna. Esta área de cultivo esta dividida por una amplia red de canales de riego, controlados por un sistema de compuertas que estan estratégicamente distribuidas de tal forma que el río de Metztitlán o río viejo es el único abastecedor de agua durante la época de secas. De tal forma, que dependiendo de la época del año, el área cultivo puede ser utilizada por las culebras como espacios para el desarrollo de sus actividades. De esta manera se tiene que la diversidad de sustratos en los que se encontró a Nerodia rhombifera blanchardi comprende básicamente 6 espacios de actividad, los cuales son en orden de mayor a menor importancia: ramas o vegetacion emergente, las aguas de la laguna, las aguas del río, las aguas de los canales de riego, el lirio y finalmente las encontradas en tierra (Fig. 10).

Asimismo fde posible observar que los adultos tienen una marcada preferencia por el sustrato de ramas o vegetación emergente, encontrándose en dichos espacios un total de 129 organismos en tanto que los juveniles eran frecuentemente encontrados desplazándose en la laguna durante el día, con 33 organismos visualizados y durante la noche en los canales de riego, con 31 organismos visualizados y difícilmente en el mismo espacio que los adultos durante casi todo el año.

De acuerdo a lo anterior, el valor de amplitud de nicho espacial obtenido para adultos fde de 0.0077, mientras que para juveniles fue de 0.027. En tanto, al hacer la comparación de

sustrato utilizado, tanto por adultos como juveniles, se obtuvo un solapamiento de nicho espacial de 1.0 (Tabla A).

NICHO ESPACIAL ADULTOS Y JUVENILES

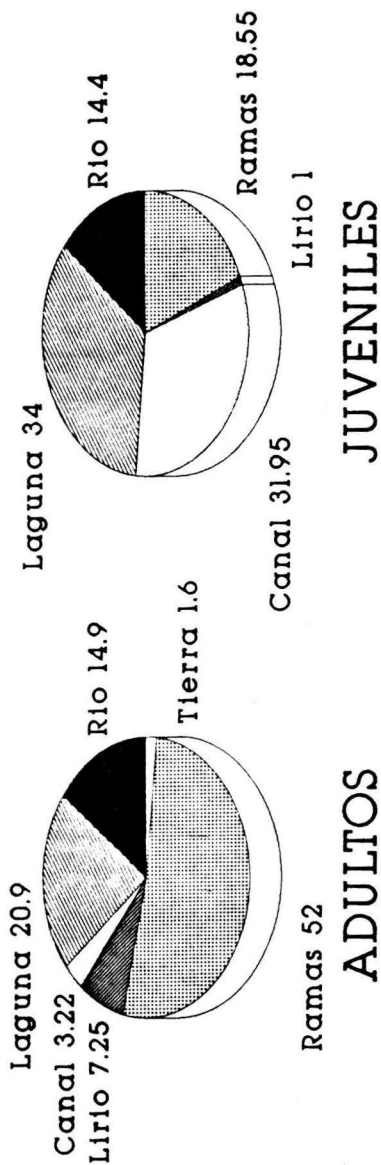


Fig.10 Porcentaje de los sustratos utilizados por los organismos adultos y juveniles en el área de estudio.

CONDUCTA ALIMENTICIA EN CAUTIVERIO.

Al exponer las diferentes presas potenciales, los adultos de Nerodia rhombifera blanchardi, mostrarón una preferencia absoluta de peces, sobre anfibios, indistintamente de la especie, debido a que al proporcionarle las presas, por separado, no fué posible determinar, la capacidad de selección por parte de la serpiente y ante la ausencia del taxa-presa Bufo valliceps, se sustituyo por una especie de sapo Spea multiplicatus que tambien habita en lugares cercanos al área de muestreo. En lo que respecta a juveniles de N. r. blanchardi, se alimentaron de todas las especies de peces, así como de renacuajos de Rana berlandieri. Esto quiza es debido a que las serpientes se deben ajustar rápidamente a cualquier cambio en abundancia de presas. Intraespecíficamente, muestran variación geográfica en la preferencia por el alimento y sin embargo, en cualquier población local las serpientes muestran un polimorfismo innato en la preferencia por el alimento; un pequeño porcentaje de la población aceptara presas no aceptadas por la mayoría de la población. Esta evidencia, provee flexibilidad y una potencialidad para invadir nuevos habitats y resistir a cambios climaticos y medioambientales (Dix, 1968). Se observó que al exponer las presas ante la culebra, esta mostró una marcada excitación, aproximadamente despues de 1/2 a 1 hora esta asumia una posicion de "depredador centinela" (Amer. Soc. of Ichth. and Herp., 1982), la cual consiste en que la culebra permanece con la parte media anterior flexionada en el fondo de la pecera a espera de su presa, a la cual embiste cuando esta aproximadamente a 10

cm. de distancia, a esta la muerde por la parte media y la saca a la superficie agitandola violentamente de lado a lado buscando la cabeza, una vez sujeta, esta es engullido de un solo movimiento (Aspectos también descritos para Natrix maura, por Amer. Soc. of Ichth. and Herp., 1982). Despues de haber ingerido a la presa, esta volvía adquirir una conducta pasiva y repetia el mismo comportamiento de "depredador centinela" hasta que saciará su hambre, para posteriormente adoptar una posición de reposo, la cual consiste en quedarse inmóvil sobre un sustrato.

REPRODUCCION.

Se determinó que la talla mínima de maduración sexual para machos es de 52 cm de longitud hocico-cloaca (rango 52-83 cm), mientras que para hembras es 80 cm de LHC (rango de 80-167 cm). De tal forma que los índices gonadosomáticos y de cuerpos grasos, se obtuvieron a partir de los organismos que presentaron tallas iguales o superiores a las ya descritas.

La madurez gonádica en machos comienza a principios de Verano, con valores de índice gonadosomático (IGS) de 0.7 para el mes de Mayo y de 0.65 para el mes de Julio, alcanzando su máximo desarrollo gonádico durante el Otoño, con un IGS para los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre de 2.33, 1.16 y 1.42 respectivamente (fig. 11).

Por otro lado, la madurez gonádica de las hembras (Fig. 12) a diferencia de los machos, comienza al inicio de la primavera, presentandose el máximo desarrollo gonádico durante el mes de Abril con un IGS de 7.3, en tanto que los meses restantes se mantienen en valores muy por debajo de este, sin experimentar cambios significativos, como lo demuestra la prueba estadística de Kruskal-Wallis ($p > 0.05$). A excepción (en ambos casos hembras y machos) de los meses de Diciembre, Enero y Febrero, en donde no se registrarón organismos, que a su vez fueron los meses en donde la temperatura ambiental registro los valores más bajos durante el período de muestreo.

REPRODUCCION

Machos

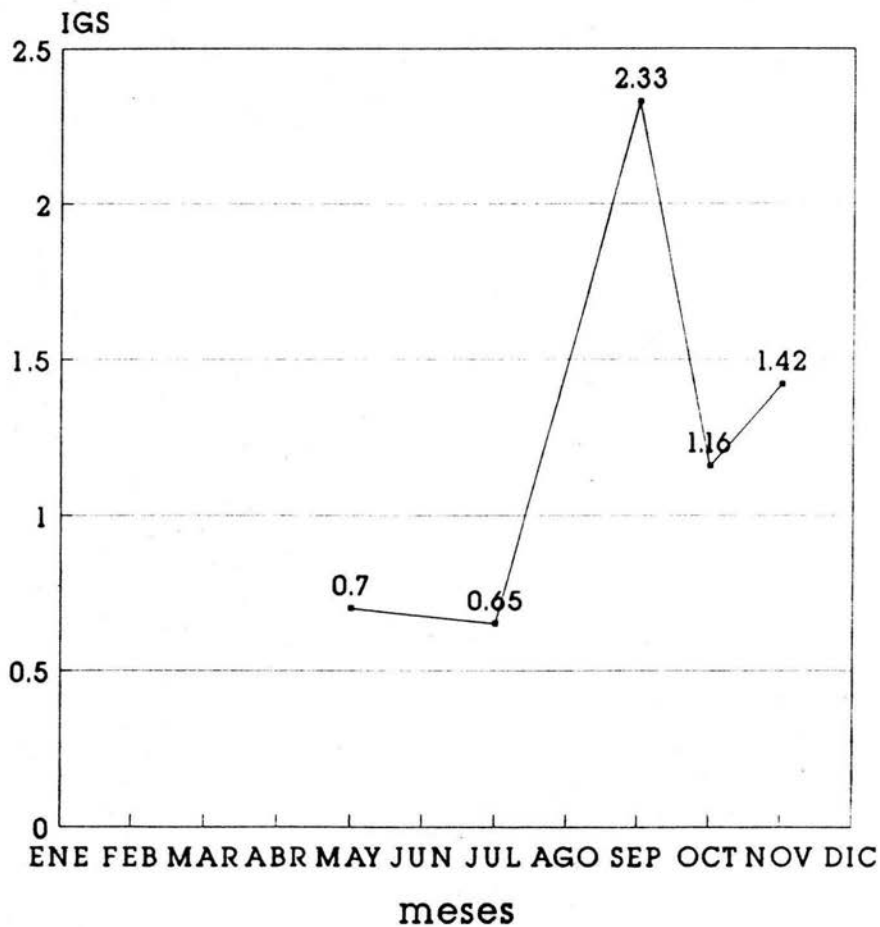
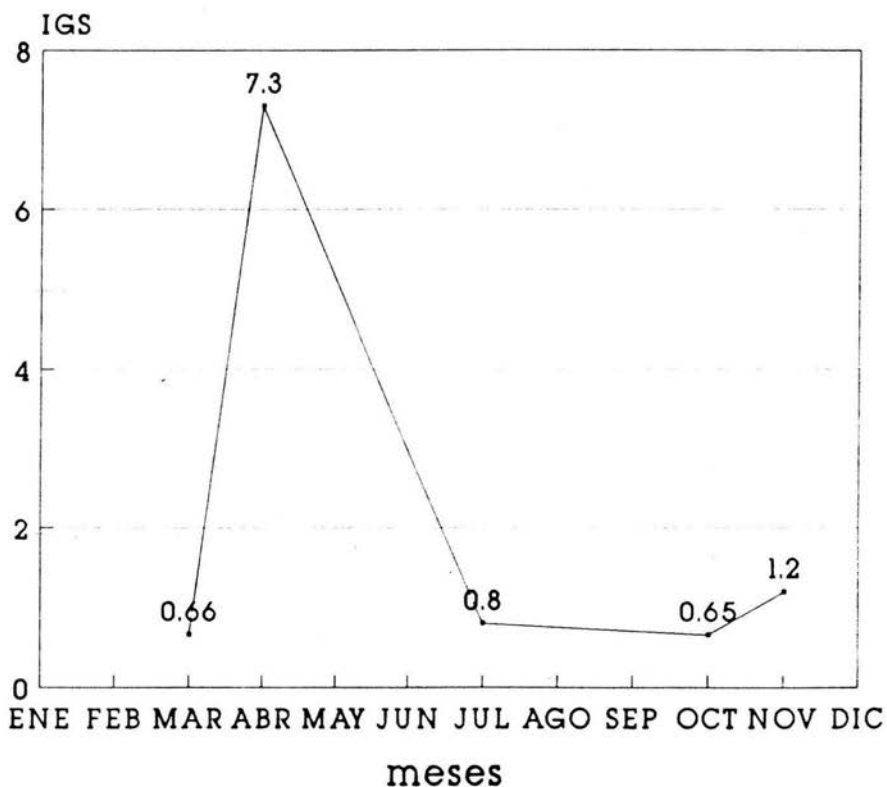


Fig.11 Índice gonadosomático de machos de *Nerodia rhombifera blanchardi*.

REPRODUCCION

Hembras



—•— IGS de Hembras

Fig.12 Indice gonadosomático de hembras de *Nerodia rhombifera blanchardi*.

Fue durante el mes de Julio, cuando se observó la presencia de embriones totalmente desarrollados en el oviducto, encontrándose un promedio de 11 embriones en el lado derecho y 12 cuerpos lúteos en la gónada del mismo lado, en tanto que el oviducto del lado izquierdo, presentó un promedio de 6 embriones y 6 cuerpos lúteos de la gónada del mismo lado. Cabe señalar que el arreglo, tamaño y disposición de las gónadas siempre mantuvo el mismo patrón, es decir, el arreglo de los huevos cuando estuvieron presentes siempre fueron lineales; la gónada derecha se presentó de mayor tamaño en todos los casos y esta misma siempre estuvo en una posición anterior en relación a la gónada izquierda.

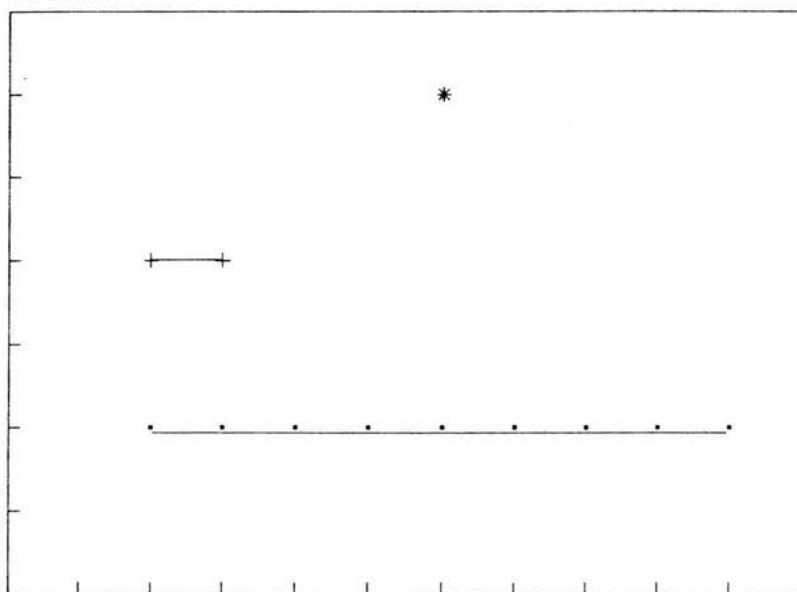
La población al parecer es ovovivipara al encontrarse embriones desarrollados dentro del cuerpo de la hembra (mes de Julio; fig. 13), un saco vitelino bien desarrollado y una alta vascularización. El tamaño de la camada se determinó en base al número de huevos y/o embriones, encontrándose un valor medio de 31 huevos (rango de 17-42; $n=7$).

En lo que respecta a la relación entre la LHC y el número de huevos se encontró un valor de $r = -0.02$, por lo que no existe una relación significativa entre estas, tal y como se observa en la figura 14, en donde la talla mínima de maduración sexual (80 cm LHC) presenta un promedio de 23 huevos mientras que aquella que tiene 167 cm LHC, únicamente presenta 19 huevos o aquella que tiene 135 cm LHC escasamente presenta un número mayor que la primera con 28 huevos.

DESARROLLO EMBRIONARIO

Rango de Aparicion

ETAPAS



ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC

MESES

• Previtelogenicos + Vitelogenicos
* Embriones

Fig.13 Rango de aparicion de las etapas de desarrollo embrionario durante el muestreo.

CAMADA

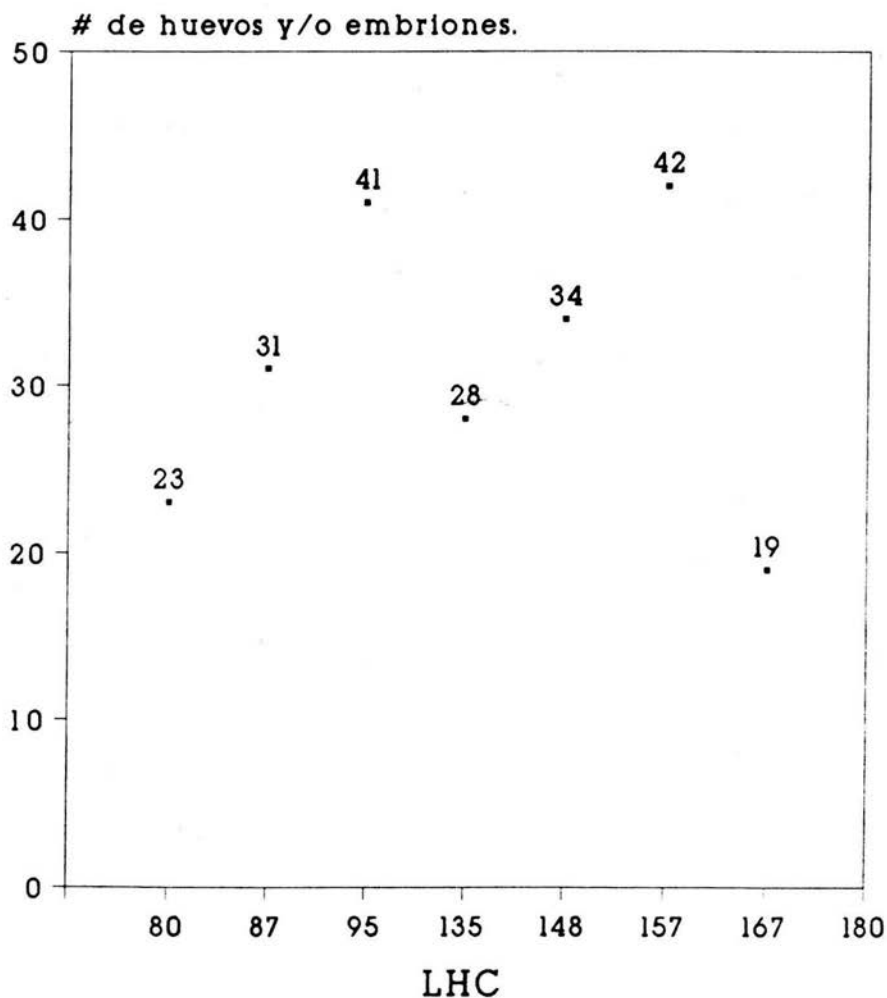


Fig.14 Relación entre el número de folículos vitelogenicos y la LHC.

CICLO DE CUERPOS GRASOS

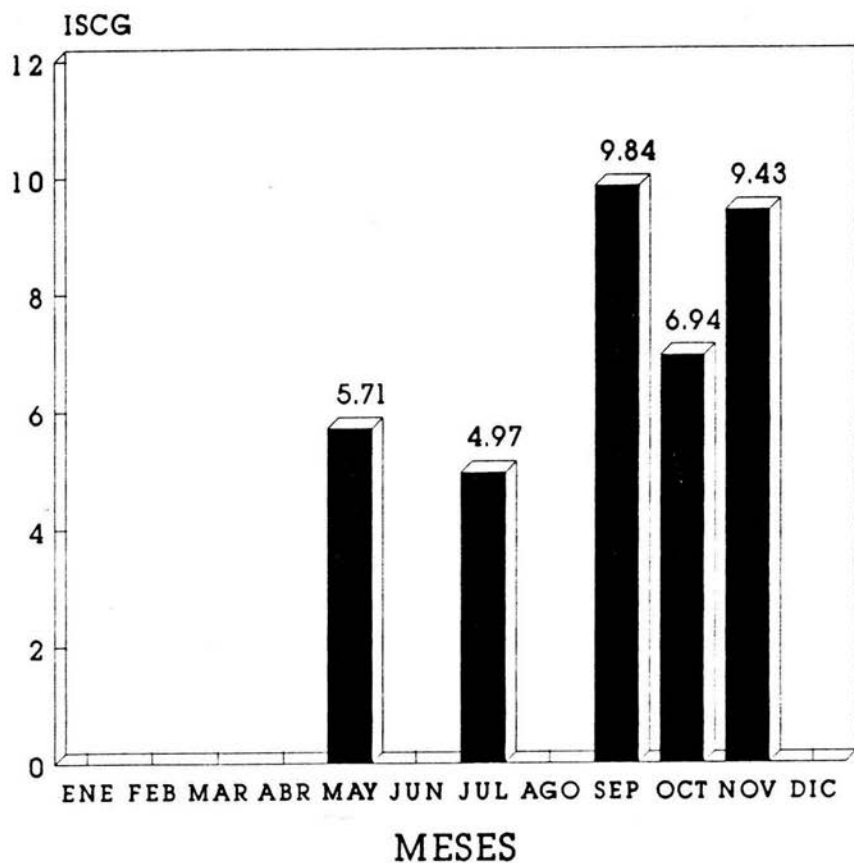
MACHOS.- El ISCG que se muestra en la figura 15, presenta valores similares en aquellos meses que corresponden a Primavera y Verano (con 5.71 y 4.97 respectivamente) observandose posteriormente un apreciable incremento en los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre (Otoño) los cuales tienen un valor de 9.84, 6.94 y 9.43 respectivamente, valores que a su vez, no presentan grandes diferencias entre si, como lo demuestra la prueba estadística de Kruskal-Wallis ($p > 0.05$).

La correlación entre el ISCG y el IGS es directamente proporcional al obtenerse una $r = 0.92$, lo que nos indica que al aumentar cualquier valor el otro aumenta en una proporción similar.

HEMBRAS.- Los valores de ISCG que se muestran en la figura 16, a diferencia de la observada en la de machos, presenta su máximo valor en el mes de Marzo con 10.58, teniendo una baja apreciable para los siguientes meses, sin que estos valores mantengan un valor similar y encontrándose asimismo que el mes de Noviembre presenta el valor mas bajo registrado con 3.05.

La correlación entre ISCG vs IGS, nos muestra que no existe una relación significativa entre los índices al presentarse una $r = -0.32$, lo que nos sugiere que el incremento o decremento de los cuerpos grasos no se emplea notablemente para el desarrollo de la gónada.

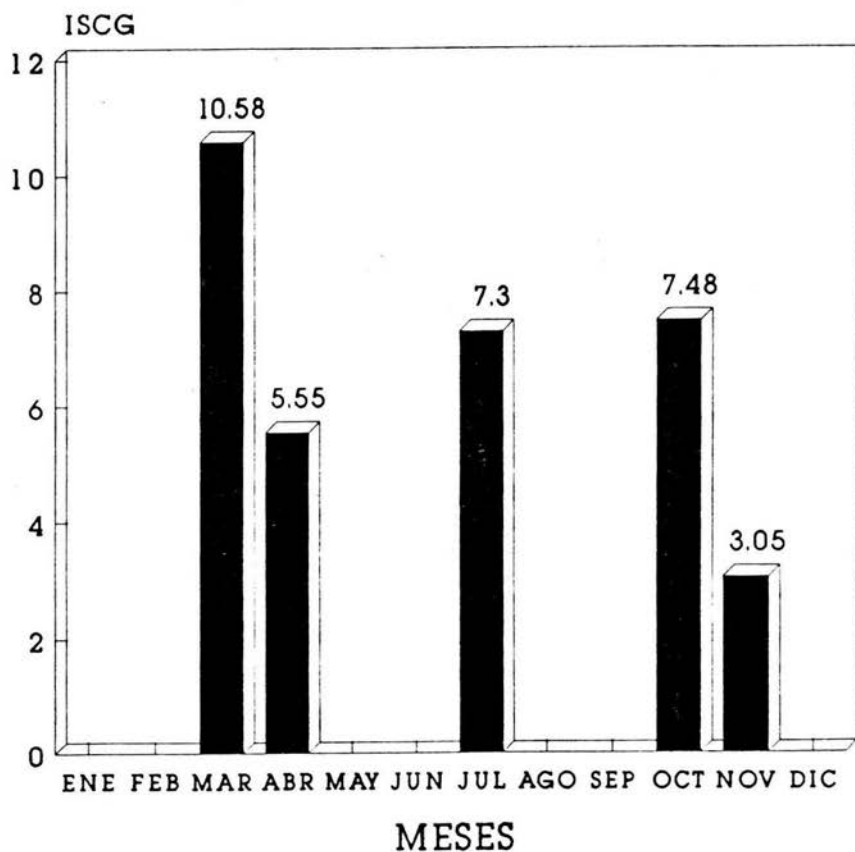
INDICE SOMATICO DE CUERPOS GRASOS MACHOS



■ ISCG de Machos

Fig.15

INDICE SOMATICO DE CUERPOS GRASOS HEMBRAS



■ ISCG de Hembras

Fig.16

CORRELACION DE IGS E ISCG vs PARAMETROS AMBIENTALES

MACHOS.- Al correlacionar el IGS con la Temperatura ambiental, esta muestra ser de tipo inversa, al obtenerse una $r = -0.77$. De tal forma que los niveles de mayor actividad reproductiva se presenta cuando las temperaturas ambientales son bajas hasta cierto limite (18°C).

Al correlacionar el ISCG vs la T° ambiental, fde posible observar que existe una relación inversamente proporcional con una $r = -0.80$, de tal manera, que el desarrollo de los cuerpos grasos se ve incrementado cuando la temperatura esta en sus niveles más bajos.

HEMBRAS.- La correlación de IGS vs T° ambiental, muestra que esta última no juega un papel importante en el desarrollo gonádico, al tener una $r = -0.02$.

En cuanto al ISCG vs la T° ambiental, la relación resultante no es significativa al observarse una $r = -0.32$, lo que representa que la temperatura no influye determinantemente en el desarrollo de los cuerpos grasos.

Es importante señalar que la húmedad relativa no influye significativamente sobre ningún índice.

DIMORFISMO SEXUAL.

En las culebras Nerodia rhombifera blanchardi, es difícil observar alguna diferencia aparente entre los sexos, ya que los patrones de coloración se presentan de la misma manera, tanto en arreglo como en intensidad, sin embargo es posible observar que en adultos existe una diferencia entre entre sexos en cuanto a

peso y longitud, siendo las hembras más grandes y pesadas.

El análisis de la longitud hocico-cloaca (LHC) vs tamaño de la cola entre sexos, no mostró la existencia de dimorfismo sexual, pues en ambos casos se presentó una proporción de 3:1, es decir, el cuerpo es tres veces más grande que la cola.

DISCUSION

ABUNDANCIA

En el área de estudio, como ya se ha mencionado anteriormente, es posible observar una clara estacionalidad, semejante a la que se presenta en una región típicamente templada, esto es, con cuatro estaciones claramente diferenciables; Primavera, Verano, Otoño e Invierno. Estaciones que marcarón significativamente la abundancia de Nerodia rhombifera blanchardi, de tal forma que durante las estaciones de Primavera y Verano su abundancia es relativamente baja en comparación con la época de Otoño en que su número se incrementa notablemente para decaer abruptamente al inicio y durante el Invierno. Ello puede ser debido a que los movimientos de las serpientes se perciben como "pulsos" temporales fuera del hibernaculo cada Primavera hasta el final de cada Otoño (Tiebout, 1987). Cabe señalar que en Invierno se observaron únicamente dos organismos a los cuales catalogamos como ocasionales puesto que durante dos estaciones invernales no se encontraron o visualizarón otros, considerandose por tanto poco importantes para este estudio.

La mayor abundancia registrada concuerda con la época en que la Laguna se encuentra a su máximo nivel, debido básicamente a dos fenómenos: a la captación de agua pluvial y al gran afluente que llega a esta por efecto de las descargas de las aguas de la presa de Tulancingo, lo que trae consigo la creación de nuevos espacios disponibles y la reducción de la competencia intra e

interespecifica.

Esto ocasiona que la productividad del sistema se vea incrementada, pues como es bien conocido la disponibilidad de espacios repercute con un aumento en la fertilidad en los individuos y por ende un aumento en la biomasa total de un habitat (Margalef, 1980).

Por lo tanto, la relación existente entre la estacionalidad y la abundancia de esta culebra puede explicarse basicamente, como una respuesta de sincronización a los cambios físicos y medioambientales que se suscitan en el área, de tal forma que de los parametros ecológicos cuantificables en este estudio, el que al parecer juega el papel más importante en la segregación intraespecifica de esta especie, es el espacio.

NICHO TROFICO

En los sistemas lagunares, que se encuentran en la región de la Costa de México, la significancia ecológica de las serpientes acuáticas, es muy importante, por su abundancia y diversidad (Mushinsky, 1977). Thinkle (1957), reportó sobre la ecología alimenticia de Thamnophis, en un pantano de Lousiana y después en 1959, extendió sus observaciones a varias especies de anfibios y reptiles. Más allá de esos reportes, las comunidades de serpientes han sido generalmente ignoradas (Mushinsky, op cit).

En el presente estudio, se encontraron 5 diferentes taxa-presa de los cuales 3 ya han sido mencionados en otros trabajos como presas potenciales de Nerodia, estas son: Poecilia mexicana, Bufo valliceps y Rana berlandieri, esto es debido a que las serpientes acuáticas (como el nombre lo implica), se encuentran usualmente en o alrededor de cuerpos de agua, por lo que típicamente se alimentarán de presas acuáticas y semiacuáticas como peces, sapos, ranas, etc. (Mushinsky, op cit).

Sin embargo Astianax fasciatus, que es la presa que ocupa el porcentaje, más alto en Adultos de Nerodia rhombifera blanchardi, con un valor de 70.6%, no se ha encontrado en otros estudios similares. Lo cual puede explicarse por la distribución de dicha taxa-presa y a los pocos trabajos que existen en el país al respecto. El hecho de que sea la presa de mayor consumo puede deberse, por un lado, a la mayor abundancia de la misma en el cuerpo de agua de la Laguna, incrementando la probabilidad de su captura y por otro lado, porque tiene el tamaño requerido para la alimentación de la serpiente, esto es, que por su talla, es

energéticamente redituable para su consumo, lo cual es comprobable al hacer la comparación, con los taxa-presa restantes, en donde el pez Poecilia mexicana, no llega a tener tallas lo suficientemente grandes y solo es consumido por las serpientes de menor tamaño y por el contrario, el pez Ciprinus carpio, solo es consumido cuando este se encuentra en etapas juveniles, ya que este llega a alcanzar tallas grandes para la serpiente. Usando la premisa de la maximización de energía, de la teoría del forrajeo óptimo (Hughes, 1979), predice que un depredador medira todos los tipos de presa, en orden de su aprovechamiento calorico (Pike, 1977). Entonces la serpiente deberá escoger su dieta en relación a la abundancia o disposición, del tipo de presa más aprovechable. En cuanto a las presas restantes, por su bajo porcentaje, pueden considerarse como casuales. Bufo valliceps aparece con un porcentaje de 5.9% y Rana berlandieri con 2.9%, esto es debido por una parte a que los adultos de Nerodia rhombifera blanchardi no siempre se distribuyen en el mismo espacio que las ya mencionadas presas y por otro lado, a la poca abundancia (en relación a peces) de las mismas los hacen ser recursos poco disponibles. El hecho de que se encontraran en los contenidos estomacales de las serpientes, puede ser debido a que en la época de lluvias aumenta el número de sapos y ranas, lo cual hace que aumente su potencialidad como presas, ya que como explica Mushinsky (op cit), frecuentemente ha observado que las especies de Nerodia, nadan cerca de la orilla, haciendo movimientos de lado a lado y con la boca abierta, la cual cierran cuando una presa potencial es encontrada. Por otro lado, si bien es cierto que el tamaño de la presa es un buen

indicador de el valor calorico de ésta (Shoener, 1971), no es un buen indicador de que tan rápido Nerodia rhombifera blanchardi pueda extraer el contenido calorico de dicha presa, lo cual podría explicar, el porque no utilizen más como recurso alimenticio a Bufo valliceps y Rana berlandieri.

De acuerdo a lo anterior, parece ser que los adultos de Nerodia rhombifera blanchardi tienden a ser organismos especialistas, en cuanto a su dieta, lo cual es comprobado con el indice de deversidad de Simpson, el cual es de 0.027 y apoyado por el valor de importancia alimenticia (V.I.A. = 2.1, mayor que el de las presas restantes), nos evidencia una alta tendencia hacia la especialización de Nerodia rhombifera blanchardi por el pez Astianax fasciatus. Lo cual es apoyado con lo mencionado por Jaeger y Rubin (1982), que indican que para que se tenga un óptimo forrajeo, los depredadores mediran los tipos de presas potenciales para su aprovechamiento y entonces se especializarán en aquella presa que sea más abundante.

Para los juveniles de N. r. b., esencialmente se encontraron las mismas presas que para los adultos solo que en diferentes proporciones, además de que no se encontró el taxa-presa de B. valliceps. Es obvio que por tener una talla menor los organismos que consuman, serán proporcionales a su tamaño, de esta manera se tiene que los juveniles de la culebra, presentan un comportamiento alimenticio más generalizado, ya que como se puede observar en los porcentajes, el que más tiene es el renacuajo de R. berlandieri con 37.5%, despues A. fasciatus y Poecilia mexicana con 25% y por último Cyprinus carpio con 12.5%,

lo cual es explicable, debido a que los juveniles de N. r. b. comparten el mismo habitat (canales de riego), que los renacuajos de R. berlandieri, los que por su tamaño y disponibilidad los hace ser excelentes presas. Aún y cuando eso es posible la diferencia entre las demás presas no es muy grande, a excepción de Cyprinus carpio que tiene un porcentaje muy bajo, debido en primero a que no se distribuyen en el mismo espacio, a excepción de los juveniles de C. carpio que llegan a filtrarse en los canales de riego cuando las aguas de la Laguna son utilizadas para tal efecto. La aseveración de que los juveniles de N. r. b., tienden hacia una generalización en cuanto al alimento, se ve reflejada al hacer el índice de diversidad de Simpson, en el que se obtuvo un valor de 0.365, que aunque es bajo, en comparación con el de los adultos (0.027), es alto, lo cual es apoyado de igual forma por el valor de importancia, en el que no se nota una diferencia realmente grande entre tres taxa-presa: A. fasciatus, renacuajo de R. berlandieri y P. mexicana a excepción de como ya se había mencionado C. carpio.

Ahora bien, el índice de solapamiento de nicho trófico en el cual se obtuvo un valor de 0.573, nos indica un mediano solapamiento entre adultos y juveniles, que es debido a que tanto los adultos como los juveniles aprovechan el recurso trófico con casi los mismos tipos de presa, sólo que los juveniles se alimentan de organismos de menor talla, lo cual nos permite inferir que aunque el valor de solapamiento sea medianamente alto (con tendencia al solapamiento), se considera que para efectos prácticos de la ecología trófica de esta culebra tal solapamiento no es significativo entre adultos y juveniles.

NICHO TEMPORAL

En un conjunto de casos el nicho de un organismo está determinado por los límites de tolerancia a ciertas variables físicas y químicas intensivas, de las que son ejemplos evidentes la temperatura, la iluminación y la humedad (Hutchinson, 1981), dichos factores fluctuarán a lo largo de los días y de las estaciones, y es precisamente lo que hizo que los organismos de Nerodia rhombifera blanchardi, aprovecharan el recurso tiempo de la siguiente manera:

El aprovechamiento del nicho temporal puede dividirse en dos periodos claramente diferenciables. El primero, en el que el volumen de agua de la Laguna permanece en sus niveles más bajos y comprende los meses de Marzo a mediados de Junio y el segundo, en donde la Laguna empieza a crecer (finales de Junio) hasta alcanzar su nivel más alto (Noviembre) por los fenómenos ya mencionados: inicio de la época de lluvias y a la apertura de la presa de Tulancingo.

Es en el primer período cuando es posible apreciar un desfase significativo de los juveniles hacia las horas nocturnas, en tanto que los adultos observan una preferencia por las horas diurnas (Ver fig.9). Este aprovechamiento del nicho temporal puede explicarse de la siguiente manera; al existir una disponibilidad de espacios más limitada, la competencia intraespecífica que pudiera surgir por la captación de los recursos disponibles, es eliminada al desplazarse los organismos más pequeños hacia las horas nocturnas. Por otro lado, el mismo nicho espacial reducido implica que si coexistieran ambas tallas

durante el mismo tiempo, se presentaría una alta mortalidad de la población de juveniles al ser estos más susceptibles a una depredación intensa en relación a los adultos, ya que se ha demostrado que son presas potenciales de aves de actividad predominantemente diurnas (Ramirez, 1986), los cuales, al paso del tiempo han creado estrategias de conducta lo suficientemente efectivas como para alcanzar una talla de madurez tales como: utilización óptima de asoleaderos, reconocimiento de las áreas de mayor productividad trófica, utilización de sustratos donde pasen desapercibidos con mayor facilidad a sus depredadores, etc.

En el segundo período, el desfase anteriormente descrito va desapareciendo paulatinamente a medida que pasa el tiempo y en su lugar va apareciendo un solapamiento que va en aumento progresivo hasta alcanzar su máximo valor en el mes de Noviembre. El solapamiento entre tallas aparece con el inicio de la época de lluvias por lo que es fácil deducir que al incrementarse el volumen de agua de la Laguna, se incrementan en forma directa los espacios y recursos disponibles para las culebras. De tal forma que el desfase por el nicho temporal entre las tallas de Nerodia rhombifera blanchardi se reduce de manera inversamente proporcional al aumento del nicho espacial.

Ahora bien, al comparar el valor de amplitud de nicho temporal para adultos (0.019) con el de juveniles (0.086), es posible determinar que los adultos presentan una cierta especialización por las horas de mayor incidencia solar, en tanto que los juveniles tienden a adquirir una conducta más bien generalista, basada preferencialmente a la disponibilidad de

recursos, de tal forma que la competencia intraespecifica es casi nula. A pesar que el valor de 0.799 de solapamiento de nicho temporal entre las tallas, nos sugiere que hay una tendencia significativa de estas hacia la utilización simultánea del recurso tiempo, sin embargo es necesario hacer mención que dicho valor surge como resultado de las actividades temporales de estas culebras durante el segundo período, pues al desaparecer el limitante ecológico de espacio observado en el primer período, las actividades de adultos y juveniles se sincronizan de tal forma que utilizan las horas de mayor incidencia solar. Esto puede ser debido a que Nerodia rhombifera blanchardi, carece de especies simpátricas abundantes, de aquí que no exista una competencia intraespecifica por los recursos y por ende, por el recurso tiempo, fenomeno que a su vez explica el porque esta especie ocupa casi totalmente todo el rango de amplitud del nicho tiempo (Tal como lo explican los trabajos de Madsen, 1982 y Tiebuot, 1987). A excepción de un corto período de tiempo en la tarde (aproximadamente de 15:00 a 18:00 horas), en las que el viento aumentaba de manera significativa, haciendo que los organismos buscaran refugio y volvieran a salir, al disminuir la intensidad del mismo, comportamiento ya observado para N. fasciata y N. taxispilota en Carolina del Norte por Osgood (1970). Asimismo, el incremento del recurso trófico en la Laguna y el reclutamiento de nuevos organismos a la población por efecto de los nacimientos ocurridos a finales de Julio (factor que se tratara con mayor detalle en su momento), influyen notablemente a que se presente aparentemente un elevado solapamiento intraespecifico de la culebra N. r. blanchardi a lo largo del

muestreo. Finalmente el comportamiento que se observa a lo largo del tiempo nos indica que su distribución es discontinua, sin embargo muestran comportamientos bimodales (de Marzo a Junio) y unimodales (de Julio a Noviembre), afectados como ya se ha mencionado por factores ambientales y otros relacionados con la reproducción como se observa en la época de avivamiento.

NICHO ESPACIAL

La selección y especialización de un sustrato por parte de las especies es uno de los mecanismos más frecuentes de segregación ecológica y que surgen como una respuesta adaptativa muy estrecha a varias presiones adaptativas como son evitar la depredación, una termoregulación eficiente, una reproducción viable o la defensa de su territorio (Maury y Barbault, 1981 y Gonzales et al, 1989). Dentro de un área ocupada, una serpiente puede exhibir preferencias de habitat. Durante el ciclo anual se dispersan y después regresan a su hibernáculo por lo que, los habitats que ocupan pueden representar preferencias reales de entre muchas posibilidades. Siempre, dentro de un habitat particular existe un rango de amplitud de posibles sustratos sobre los cuales una serpiente se puede encontrar en distancias variantes, sobre o bajo el agua. Estos son parametros importantes como, lo relacionado a la conducta de termoregulación (particularmente el asoleo), evitación de depredadores (crisis) y escape (distancia del agua). Cada rango hogareño, habitat, sustrato y altura han sido "escogidos", una serpiente, no obstante es libre, bajo muchas circunstancias, de su posición, así como para regular los niveles de insolación. Los patrones de actividad, definidos como los movimientos entre lugares consecutivos, revelan cuando los movimientos son iniciados, como varían dichos movimientos temporalmente y las relaciones con otras variables espaciales (Tiebuot 1987).

En base a lo anterior, es posible considerar que los adultos de Nerodia rhombifera blanchardi tienen una tendencia hacia la

especialización de su nicho espacial, al seleccionar de manera preferente el sustrato de ramas en comparación con otros como la Laguna, tierra, río, lirio y canal, los cuales utiliza casi en la misma proporción. Mientras tanto, los juveniles en relación a adultos, observan una tendencia más bien generalista hacia la selección de sus sustratos de tal forma que la utilización que hacen de ellos guardan proporciones mas o menos similares, con la diferencia que los juveniles no aprovechan el sustrato de tierra, debido a que estarían más expuestos a los depredadores, por lo que se mantendrán cerca del agua en donde se encuentra la mejor vía de escape.

Al hacer la comparación de sustrato utilizado por las tallas se obtuvo un solapamiento de nicho total ($O_{jk}=1$). No obstante, hay que hacer mención que este valor posiblemente sea el resultado de un artificio metodológico debido a que la abundancia de adultos y juveniles fué casi la misma en los meses de Octubre y Noviembre, sesgando por tanto los resultados. Asimismo, conviene aclarar que a excepción de estos meses, no es posible hablar de un solapamiento espacial pues existe un desfaseamiento por los sustratos utilizados en base a las características del espacio físico y al tiempo de actividad de utilización de los sustratos, esto es, los adultos utilizan preferentemente las ramas más altas y la Laguna básicamente durante el día, en tanto que los juveniles tienen marcada preferencia por utilizar las ramas más bajas y especialmente los canales de riego durante la noche como sustrato favorito para realizar sus actividades pero, con el aumento en el volumen de la Laguna, los canales de riego desaparecen al ser cubiertos por ésta, ocasionando por lo tanto

que los juveniles tiendan a ocupar sustratos en tiempos y espacios iguales a los adultos favoreciendo a su vez, la creación del artificio antes mencionado.

REPRODUCCION

Debido a los hábitos acuáticos preferenciales de esta culebra, a la dificultad técnica para tener acceso a sus sustratos espaciales y al hecho de que algunos de los organismos colectados aún no alcanzaban una talla de maduración sexual influyo para que la muestra obtenida durante el periodo de colecta, fuera muy pequeña (hembras $n = 21$; machos $n = 15$).

De acuerdo a los resultados obtenidos, es posible enmarcar el ciclo reproductivo de machos de Nerodia rhombifera blanchardi, dentro del tipo de espermatogénesis de Verano. Como ya se ha mencionado, fde durante el mes de Mayo en donde se encontrarón los primeros registros de desarrollo gonádico, así como de epidídimo poco contorneado, manteniendose dicha condición hasta finales de Julio, en donde los valores oscilarón de 0.7 a 0.65, alcanzando su máximo valor (2.33) en Septiembre, para después decaer un poco para los meses de Octubre y Noviembre (1.16 y 1.42, respectivamente). Adn y cuando la prueba estadística nos indica que no hubo diferencias realmente significativas entre los meses, es posible deducir que es el mes de Septiembre el de máxima actividad reproductiva, para machos, dado que fde en este en donde el aumento de tamaño de los testiculos se hizo más notoria lo cual trajo como consecuencia un aumento en el peso, debido al aumento de la actividad reproductiva, hecho que se corrobora al observar al epidídimo excesivamente contorneado y mas agrandado. Esto podría ser debido a que la espermatogénesis aestival o de Verano, ocurre durante los meses más cálidos y concluye hacia el final de la estación de Verano. Dicha

espermatogénesis se presenta con mayor frecuencia en Colubridos y constituye actualmente el tipo reproductivo prevaleciente en zonas templadas y se caracteriza, por un primer período reproductivo durante la primera mitad de la Primavera y cuyos datos actuales varían de acuerdo a la especie y a la localidad (Saint Girons, 1982).

Los ciclos reproductivos con espermatogénesis de Verano están extendidos hacia regiones templadas y frías, Thamnophis sirtalis en Canadá, Natrix natrix en Suecia (Saint Girons, op cit), las cuales conservan un patrón reproductivo similar al de Nerodia rhombifera blanchardi.

En el ciclo reproductivo de N. r. b., se observó un corto período de tiempo, en donde no se encontró un desarrollo de madurez sexual (meses de Abril, Junio y Agosto), ya que aunque si se encontraron organismos, estos no fueron activos reproductivamente. Este fenómeno puede ser explicado, si se considera que en el tipo de reproducción aestival, es frecuente encontrar que en períodos cálidos se lleva a cabo una espermiogénesis abortiva, en la cual deja de haber un desarrollo gonádico, que se efectúa en las especies bajo aspectos genéticamente preestablecidos por un tipo de estimulación endocrina (Saint Girons, op cit). Posterior a este período abortivo, se presenta un pico de desarrollo testicular único durante todo el ciclo, por lo que es posible deducir que se efectúa una sola época de apareamiento, esto es que presenta un comportamiento reproductivo unimodal a lo largo del año. Por otro lado, es en Septiembre cuando se presenta el valor de índice

somático de cuerpos grasos más elevado y en general a lo largo del ciclo reproductivo de machos se mantiene una relación directamente proporcional con el IGS, lo cual puede estar asociado a la acumulación de reservas, debido a la cercanía de la época desfavorable (Invierno), para mantenimiento somático o al comportamiento reproductivo de la serpiente ya que se ha demostrado que la energía almacenada puede ser empleada por el gasto energético que representa la defensa del territorio (Solorzano y Cerdas, 1989).

Es muy probable que la copulación en Nerodia rhombifera blanchardi se efectúe durante el período comprendido entre Septiembre-Noviembre, pues es en estos meses en los que el índice de desarrollo gonádico en machos alcanzó sus máximos niveles. Y de acuerdo a Weil y Aldrige (1981), ésta debe ocurrir en un tiempo en que las oportunidades sean las más óptimas, por lo que este fenómeno se lleva a cabo en N. r. blanchardi durante el Otoño, estación en la que los espacios y tiempos son los más propicios para asegurar una reproducción viable. Corroborando esto, Darevsky (1971), menciona que la copulación se debe efectuar en un tiempo inmediatamente después de la maduración del esperma y justo antes de la ovulación.

Las hembras presentan actividad reproductiva a partir del mes de Marzo, que se manifiesta, por la aparición de folículos vitelogénicos, hasta el mes de Abril, que es cuando la gonada alcanza su máximo tamaño, así como la presencia de huevos oviductales para algunas hembras, teniendo un drástico descenso para el resto de la temporada, en donde estadísticamente se comprobó que no hubo cambios significativos. Desafortunadamente,

no se encontraron registros para los meses de Mayo y Junio, pero el hecho de encontrar embriones altamente desarrollados durante el mes de Julio nos permite suponer que durante los meses de Mayo y Junio, los huevos oviductales siguieron su proceso de desarrollo. El hecho de mantener un pico máximo de desarrollo a lo largo del ciclo reproductivo nos sugiere que como la mayoría de las serpientes de zonas templadas, Nerodia rhombifera blanchardi, produce anualmente una nidada (Fitch, 1970), la cual se efectúa de Agosto a Septiembre, hecho que se corrobora al observar un incremento en la cantidad de crías para estos meses y aunado a que, en el mes de Julio, al hacer la disección de algunas hembras, fue posible observar embriones altamente desarrollados, y finalmente porque en los meses de Agosto y Septiembre no se encontro un gran desarrollo gonádico. Los embriones encontrados fueron ubicados en el estadio 31 al hacer una analogía con el desarrollo embrionario de Thamnophis sirtalis sirtalis y cuyas características son las siguientes: las escamas ya son visibles en el tronco pero no sobre la cabeza; el pliegue ocular está sobre el ojo pero aun no lo cubre; los músculos laterales del tronco estan distintamente separados de la delgada y transparente pared ventral (Zher, 1962), lo que nos permite tambien deducir que faltaba un poco de tiempo para su avivamiento. En consecuencia es posible inferir que el desarrollo del embrión se efectúa totalmente en el útero. Además, la ausencia de algún tipo de cascara y aunado a un gran saco vitelino y una alta vascularización rodeando a éste, nos sugiere que no existe una nutrición intrauterina de tipo vivíparo, siendo

por lo tanto, N. r. blanchardi una especie al parecer ovovivípara. Lo cual es comprobado con lo descrito por Shine (1979) y Guillette (1982; 1987), en donde caracterizan a la ovoviviparidad como un paso intermedio de la oviparidad a la viviparidad, en la cual los juveniles nacen completamente desarrollados, pero no reciben nutrición directa (placentaria), de parte de la madre, excepto por el vitelo almacenado en el huevo antes de la ovulación y/o fertilización.

La ovogénesis se inicia probablemente después de la puesta, en donde luego de permanecer durante un corto período de reposo (Octubre), para el mes de Noviembre, presenta un aumento de peso gonádico, lo cual evidencia el principio de la vitelogénesis (Kleis et al, 1982).

Por lo tanto, se tiene que Nerodia rhombifera blanchardi, presenta una espermatogénesis de Verano con un período de ovulación y copula de Otoño, cuando los machos son maduros sexualmente a diferencia de Natrix maura, estudiada en el Oeste de Francia por Saint Girons (1982), la cual pertenece al tipo de espermatogénesis aestival, pero con una ovulación y copula de Primavera.

Una vez que ocurre el apareamiento (finales de Otoño y principios de Invierno), la hembra probablemente almacena los espermatozoides en el oviducto, manteniéndolos durante la época de hibernación, hasta el inicio de la Primavera, que es cuando seguramente se da la fecundación de los ovulos, pues en Marzo ya se encontraron folículos vitelogénicos, lo que a su vez, nos da la pauta para deducir que durante el Invierno hay un lento desarrollo de estos, como consecuencia de la baja metabólica que

sufren los organismos de N. r. blanchardi, durante el período de hibernación. Hechos que son característicos de un tipo de comportamiento aestival (Saint Girons, op cit).

Al hacer la correlación de la longitud hocico-cloaca con el número de huevos y embriones según el caso, no se encontró relación alguna debido a que la eficiencia reproductiva no necesariamente se incrementa con la edad (Pianka y Parker, 1975). Lo que indica que el hecho de que una serpiente tenga una gran talla, no significa que deba tener una camada en número, proporcional a su tamaño, ya que se ha visto que entre más grandes son las serpientes, la prole es de número indeterminado, esto es, que pueden ser pocos los descendientes, pero de mayor talla, es decir genéticamente mejor dotados (Ford, 1983).

Las características reproductivas de Nerodia rhombifera blanchardi no guardan una relación estrecha con los parámetros ambientales, dado que en machos se encontró que al hacer la relación del índice gonadosomático con la temperatura, esta es de forma inversa, por lo que cuando el desarrollo reproductivo se encuentra en sus niveles máximos, será en la época en que la temperatura se encuentre, en niveles no muy altos, como sería al final del Otoño, lo cual es apoyado por Saint Girons (1982), en donde menciona que los índices reproductivos se verán afectados notablemente por el aumento de la temperatura y tenderán a estabilizarse conforme esta vaya disminuyendo hasta lograr un punto óptimo de desarrollo gonádico. Asimismo la temperatura, guarda una relación de tipo inverso con el índice somático de cuerpos grasos ($r = -0.80$), lo que nos indica que en machos,

parte de la energía almacenada será utilizada, para la época de hibernación, en donde la culebra aparentemente no se alimenta.

Con respecto a la relación del ciclo gonádico y los factores analizados, en el ciclo reproductivo de las hembras, ninguno parece afectar de manera significativa sobre este, aplicandose el mismo criterio al índice somático de cuerpos grasos, pudiendo ser debido a que Nerodia rhombifera blanchardi, es una especie con un tipo de reproducción ovovivípara y a diferencia de la reproducción vivípara que implica un mayor gasto energético y por ende una mayor demanda de cuerpos grasos por lo cual algunas especies vivíparas presentan regularmente una reproducción bianual (Hebrand y Mushinsky, 1978). Observandose más bien que el ciclo reproductivo de esta culebra se acopla en primer lugar a las condiciones físicas del sistema en donde al ampliarse grandemente el espacio se inician los procesos de espermiogenesis debido a que la consecuente cópula se realiza más fácilmente al no encontrarse los limitantes de espacio, aspecto este último, que influye, en la abundancia de recursos tróficos reduciéndose asimismo el limitante de alimentación, ocasionando a su vez, que estas culebras esten energeticamente bien preparadas para el invierno. Por otro lado, la época de avivamiento esta determinada adaptativamente para ocurrir cuando el espacio no limita a las crías y cuando la abundancia de recursos alimenticios alcanza sus niveles más altos, facilitando así que las crías eleven sus probabilidades de supervivencia hasta alcanzar una talla reproductivamente viable para favorecer la continuidad de la especie en el sistema.

CONCLUSIONES

1.- Los principales taxa-presa que conforman la dieta de Nerodia rhombifera blanchardi son peces, siendo Astianax fasciatus el de mayor preferencia.

2.- Los adultos de Nerodia rhombifera blanchardi, muestran una clara tendencia hacia la especialización en cuanto a su alimentación, mientras que los juveniles revelan un comportamiento más generalista hacia sus presas. Por lo tanto no existe solapamiento entre éstos.

3.- De Marzo a Junio, la distribución en el tiempo de la población de Nerodia rhombifera blanchardi, se comporto de forma discontinua, teniendo un comportamiento bimodal, aprovechando las horas diurnas los adultos y las horas nocturnas los juveniles, no existiendo un solapamiento temporal.

4.- De Julio a Noviembre existe un alto solapamiento temporal, producto del aumento del cuerpo de agua de la Laguna, en donde se observa un comportamiento unimodal, en cuanto a la repartición del tiempo a lo largo del día.

5.- Los adultos de Nerodia rhombifera blanchardi, presentan una preferencia, por las horas de mayor incidencia solar, teniendo su pico máximo, de las 10:00 a las 13:00 horas. mientras que los juveniles presentan una conducta generalista en cuanto a la

repartición del tiempo, influenciada por la disponibilidad de recursos tróficos y espaciales

6.- La población de Nerodia rhombifera blanchardi ocupa casi en su totalidad el rango de amplitud de nicho temporal, debido a la ausencia de especies simpátricas, disminuyendo la competencia interespecífica y permitiendo que esta especie efectúe un proceso adaptativo para la utilización del tiempo de manera integral y en forma por demás óptima.

7.- Los adultos de Nerodia rhombifera blanchardi tienen una tendencia hacia la especialización de su nicho espacial, seleccionando de manera preferencial el sustrato de ramas, en tanto que los juveniles revelan un comportamiento generalista hacia la selección de sus sustratos. Y al aumentar el nivel del cuerpo de agua de la Laguna, existe un solapamiento de nicho espacial entre adultos y juveniles.

8.- El nicho espacial es el parámetro más importante en la segregación ecológica de Nerodia rhombifera blanchardi, pues al variar las dimensiones de este con el tiempo, las mismas dimensiones de nicho trófico y temporal utilizadas por estas culebras se modifican de tal manera que sincronizan sus actividades para coexistir sin que exista una competencia intraespecífica de efectos negativos para la subsistencia y continuidad de la población, en la Laguna de Metztitlan Hidalgo.

9.- La talla mínima de madurez sexual en machos es de 52 cm. y en hembras de 80 cm. de longitud hocico-cloaca.

10.- Los machos son reproductivamente activos en los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre, mientras que las hembras lo son durante los meses de Marzo y Abril, teniendo en este último su máximo pico de actividad gonádica.

11.- La ovulación se da a partir del mes de Abril.

12.- No existe relación alguna entre el tamaño de la puesta y la LHC de la hembra.

13.- Solo los machos, tienen una alta correlación entre la actividad reproductiva, el ciclo graso y la temperatura ambiental siendo ésta última de tipo inverso.

14.- El ciclo reproductivo de las hembras no guarda una relación estrecha con los parámetros ambientales (Humedad Relativa y Temperatura Ambiental).

15.- Por último, es factible considerar que el ciclo reproductivo y la abundancia de esta especie está condicionada ecológicamente a un aumento en su nicho espacial y biológicamente como una respuesta de sincronización a tiempos y espacios de máxima productividad.

LITERATURA CITADA

- Acosta, Martin. (1982). Índice para el estudio del nicho trófico. Ciencias Biológicas, Academia de Ciencias de Cuba. (70): 125-127.
- Aldrige R.d. (1982). The ovarian cycle of the water snake Nerodia sipedon and effects of the hypophysectomy and gonadotropin administration. *Herpetologica*. 38(1): 71-79.
- Alvarez del Toro, M. (1986). Los reptiles de Chiapas. 3a ed. Inst. Hist. Hist. Nat. Tuxtla Gutierrez, Chiapas. México.
- Alvarez del Villar. (1970). Peces mexicanos. Claves. Inst. Nac. Invs. Biol. Pesq. México. pp. 15-144.
- Amaya, E. J. de J. (1987). Repartición de recursos en una comunidad de anfibios y reptiles de la vertiente oriental del volcan Iztaccihuatl. Tesis. ENEP-Iztacala. UNAM. México.
- American Society of Ichthyologist and Herpetologist. (1982). *Herpetological notes*. Copeia. (2). pp. 472-474.
- Arellano, M. y Rojas, M. P. (1956). Aves acuáticas migratorias en México. Inst. Méx. Rec. Nat. Renov. A.C. México.
- Bull, J. J. and Vogt, R. C. (1981). Temperature sensitive periods of sex determination in Emydid turtles. *Jour. of Exp. Zool.* E.U. 218:435-440.
- Bull, J. J.; Vogt, R. C. and Mc Coy, C. J. (1983). Sex determining temperatures in turtles: A geographic comparison E.U.
- Casas Andreu. (1979). Anfibios y reptiles de México. ed. Limusa. México. pp. 14-41.
- Casas, A. G. y Valenzuela, G. L. (1984). Observaciones sobre los ciclos reproductivos de Ctenosaura pectinata e Iguana iguana (Reptilia:Iguanidae) en Chamela, Jalisco. México. *An. Inst. Biol. UNAM. SER. Zool.* (2):253-262.
- Coleman, J. G. et al. (1978). Introduction to herpetology. 3a ed. W. H. Freeman and Co. E.U. pp. 322-327.
- Clay, W. M. (1938). A new water snake of genus Natrix from Mexico. *Am. Carnegie Mus.* (15):251-253.
- Conant, R. (1953). Three new water snakes of genus Natrix from Mexico. *Natur. Hist. Misc.* (162):1-19.

- Conant, R. (1969). A review of water snakes of genus Natrix in Mexico. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 142(1):1-140.
- Darevsky, I. S. (1971). Delayed fertilization in the Brazilian colubrid snake Xenodon merremii (Wagler). J. Herpetol. 5, 82-83.
- Dix, M. W. (1968). Snake food preferences: innate intraspecific geographic variation. Science. 1959: 1478-1479.
- Dumbar, G. L. (1979). Effects of early feeding experience on chemical preference of the northern water snakes, Natrix sipedon (Reptilia, serpentes, Colubridae). J. of Herpetology. 13(2): 165-169.
- Duran Diaz Angel, et al. (1986). Manual de tecnicas estadisticas. ENEP-Iztacala. UNAM. p. 135.
- Ferner, Jhon W. (1979). A review of marking techniques for amphibians and reptiles. Herpetological circulars. pp. 1-42.
- Fitch, H. S. (1970). Reproductive cycles of lizards and snakes. Univ. Kans. Mus. Nat. Hist. Misc. Publ. No.42.
- Ford B. Neil and Killebrew Dou W. (1983). Reproductive tactics and female body size in Butler's Garter snake, Thamnophis butleri. Journal of Herpetology. Vol. 17, No.3, pp.271-275.
- García Enriqueta. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª Ed. México, D.F. pp. 100-125.
- Gonzales-Romero A. (1989). Habitat partitioning and spatial organization in a lizard community of the Sonoran desert, Mexico. Amphibia-Reptilia. 10: 1-41.
- Guillette, Jr. J. L. (1982). The evolution of viviparity and placentation in the high elevation, Mexican lizard Sceloporus aeneus. Herpetologica. 38(1), 94-103.
- Guillette, Jr. J. L. (1987). The evolution of viviparity in fishes, amphibians and reptiles: an endocrine approach. Hormones and reproduction in fishes, amphibians and reptiles. pp. 523-552.
- Gutierrez, M. G. y Sánchez, T. R. (1986). Repartición de los recursos alimenticios en la comunidad de lacertilios de Cahuacan, edo. de Méx. Tesis. ENEP-Iztacala. UNAM. México.
- Harvey Pough. (1974). Ontogenic changes in endurance in water snakes (Natrix sipedon): Physiological correlates and ecological consequences. Copeia. 1978(1): 69-75.

- Hebrard J. J. and Mushinsky H. R. (1978). Habitat use by five sympatric water snakes in a Louisiana swamp. *Herpetologica*. 34(3): 306-311.
- Huges, R. N. (1979). Optimal diets under the energy maximization premise: the effects of recognition time and learning. *American Naturalist*, 113: 209-221.
- Hutchinson, E. (1981). *Introducción a la ecología de poblaciones*. Ed. Blume. Ecología. España.
- in den Bosch, H. A. J. and Muster, C. J. M. (1987). Scalation and skull morphology of a cyclopid *Natrix maura*. *Journal of Herpetology*. Vol.21, No.2. pp. 107-114.
- Jaeger, R. G. and Rubin, A. M. (1982). Foraging tactics of a terrestrial salamander: judging prey profitability. *Journal of animal ecology*. 51: 167-176.
- Kleis S.; Mc Pherson R.; Heisermann G. L. and Callard I. P. (1982). Regulation of vitellogenesis in reptiles. *Herpetologica*. 38(1): 40-50.
- Lawson, R. (1987). Molecular studies of Thamnophiine snakes: 1. The phylogeny of the genus *Nerodia*. *Journal of Herpetology*. Vol.21. No.2, pp. 140-157.
- Levins, R. (1968). Evolution in changing environments. *Monographs in population biology*. 2: 1-120.
- Levy Sevilla Manuel C. (1990). Hábitos alimenticios y ciclo reproductivo de *Ninia sebae sebae* (REPTILIA:COLUBRIDAE) en un fragmento de la sierra de Santa Martha, Catemaco Veracruz. Tesis. Biología. ENEP-Iztacala. UNAM. 68 p.
- Licht, P. (1967). Environmental control annual testicular cycles in the lizard interation of testicular recrudescense. *J. exp. Zool.* (165): 505-516.
- Madsen T. and Osterkamp M. (1982). Notes on the biology of the fish-eating snake *Lycodonomorphus bicolor*, in lake Tanganyika. *Journal of Herpetology*. Vol.16, No.2, pp. 185-188.
- Malnate, V. E. (1960). Systematic division and evolution of the colubrid snake genus *Natrix*, with comments on the subfamily Natricinae. *Proc. Acad. Nat. Sci., Phila.*, Vol.112. No.3.
- Manjarrez S. F. J. (1987). Ecología alimenticia de las culebras semiacuáticas *Nerodia rhombifera werleri* y *Thamnophis proximus rutiloris*, en Alvarado Veracruz, México. Tesis. ENEP-Iztacala. UNAM. México.
- Margalef R. (1980). *Ecología*. Editorial Omega. España.

- Maury, M. E. and Barbault R. (1981). The spatial organization of the lizard community of the Bolsón (México). Ecology of the Chihuahuan desert. pp.79-87.
- Mushinsky, R. Henry. (1997). Food partitioning by five species of water snakes. *Herpetologica*, 33: 162-166.
- Mushinsky, R. H. and Hebrard, J. J. (1977). A food partitioning by five species of water snakes. *Herpetologica*, 33(2): 162-167.
- Mushinsky, R. H.; Hebrard, J. J. and Walley, M. G. (1980). The role of temperature on the behavioral and ecological associations of sympatric water snakes. *Copeia*. (4). pp. 744-754.
- Mushinsky, R. H. and Lotz, K. H. (1980). Chemorreceptive responses of two sympatric water snakes to extracts of commonly ingested prey species. *J. Chem. Ecol.* (6): 523-535.
- Mushinsky, R. H.; Hebrard, J. J. and Vodopich, D. S. (1982). Ontogenic of water snake foraging ecology. *Ecology*. 63: 1624-1629.
- Nakamura, E. L. and Smith, H. M. (1960). A comparative study of selected characteres in certain american species of water snakes. *Trans. Kansas Acad. Sci.* 63: 102-113.
- Odum, P. E. (1980). *Ecologia*. Ed. Interamericana. 3a Edicion. México.
- Osgood, D. W. (1970). Thermoregulation in water snakes studied by telemetry. *Copeia*. pp. 568-571.
- Pianka R. Eric. (1974). *Evolutionary ecology*. Ed. Harper and Row, Publishers. USA.
- ✓ Pianka, R. E. and Parker W. S. (1975). Age-specific reproductive tactis. *Amer. Zool.* 16: 775-784.
- Plummer, M. V. and Goy Jo. M. (1984). Ontogenic dietary shift of water snakes (*Nerodia rhombifera*) in a fish hatchery. *Copeia*. (2): 550-552.
- Pike, G. H.; Pulliam, H. R. and Charnov, E. L. (1977). Optimal foraging: a selective review of theory and tests. *Quarterly Review of Biology*. 52: 137-154.
- Porter, R. H. and Czaplicki, J. A. (1974). Responses of water snakes (*Natrix rhombifera rhombifera*) and garter snakes (*Thamnophis sirtalis*) to chemical cues. *Animal Learning and Behavior*. Vol.2, No.2, pp. 129-132.

- Porter, R. H. and Czaplicki, J. A. (1977). Evidence for a specific searching image in hunting water snakes (Natrix sipedon). (Reptilia, Serpentes, Colubridae). J. Herpetol. 11(2): 213-216.
- Rabinovich, J. E. (1982). Introduccion a la ecología de poblaciones animales. Cia. Edit. Continental, S.A. de C.V. México.
- Ramírez Bastida Patricia. (1987). Estudio ornitofuanistico de Alvarado Veracruz, México. Tesis. Biología. ENEP-Iztacala. UNAM. 96 p.
- Rossmann, D. A. and Everle, W. G. (1977). Partition of the genus Natrix with preliminary observations on evolutionary trends in Natricinae snakes. Herpetologica. 33(1): 34-43.
- Rzedowsky, J. (1983). Vegetación de México. Ed. Limusa. México.
- Saint Girons Hubert. (1982). Reproductive cycles of male snakes and their relationships with climate and female reproductive cycles. Herpetologica. 38(1): 5-16.
- Salcedo, V. M. A. (1986). Herpetofauna del Parque Nacional Nevado de Toluca (guía de campo). Tesis. ENEP-Iztacala. UNAM. México.
- Schoener, T. W. (1971). Theory of feeding strategies. Annual review of ecology and systematics. 2: 369-404.
- Schoener, T. W. (1974). Resource partitioning in biological communities. Science. 185 (445): 27-38.
- Shine Richard and Bull J. J. (1979). The evolution of live-bearing in lizards and snakes. The american naturalist. Vol.113. No.6, pp. 905-923.
- Smith, H. M. and Taylor, E. H. (1945). An annotated checklist and key to the snakes. The american naturalist. Vol.113 No.6 pp.905-923.
- Smith, H. M. and Huheey, J. E. (1960). The water snake genus Regina. Trans. Kansas Acad. Sci. 63(3): 156-163.
- Solorzano A. and Cerdas L. (1989). Reproductive biology and distribution of the terciopelo Bothrops asper garmani (Serpentes: Viperidae). In Costa Rica. Herpetologica. 45(4): 444-450.
- Sosa, N. O. (1982). Estudio preliminar de la ecología alimenticia de tres especies de culebras semiacuáticas del género Thamnophis en los estados de Zacatecas y Durango. Tesis. ENEP-Iztacala. UNAM. México.

- Secretaría de Programación y Presupuesto (S.P.P.). (1980). Carta de Climas. México. 1:1000000.
- Secretaría de Programación y Presupuesto (S.P.P.). (1981). Cartas de Interpretación Cartográfica. Ser. Edafología. México
- Secretaría de Programación y Presupuesto (S.P.P.). (1983). Pachuca. F14-11. 1:250000. México.
 _ Carta Geológica.
 _ Carta Edafológica. _ Carta de Uso del Suelo y Vegetación.
- Thinkle, D. W. (1957). Ecology, maturation and reproduction of Thamnophis sauritus proximus. Ecology. 58: 69-77.
- Thinkle, D. W. (1959). Observations of reptiles and amphibians in a Louisiana swamp. Am. Midl. Nat. 62: 189-205.
- Tiebuot, M. H. (1987). Dynamic spatial ecology of the water snake Nerodia sipedon. Copeia (1): 1-18.
- Toledo R. M. and Aldridge R. D. (1981). La diversidad biológica de México. Ciencia y Desarrollo. 81(XIV): 17-30.
- Weil R. M. and Aldridge R. D. (1981). Seasonal androgenesis in the male water snake, Nerodia sipedon. General and Comparative Endocrinology. Vol.44: 44-53.
- Zar Jerrold H. (1974). Biostatistical Analysis. Printice-Hall, inc. USA.
- Zehr R. David. (1962). Stages in the normal development of the common garter snake, Thamnophis sirtalis sirtalis. Copeia. No.2, pp.322-329.