



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

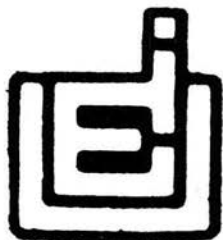
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
PLANTEL IZTACALA



BIOLOGIA REPRODUCTIVA Y HABITOS ALIMENTARIOS  
DE LA SALAMANDRA *Pseudoeurycea leprosa* Y SU  
RELACION CON EL CICLO DE LOS CUERPOS  
GRASOS E HIGADO

BO 11-15/15  
2j.1

TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
B I O L O G O  
P R E S E N T A  
LAURA IRENE PEREZ VILCHIS



LOS REYES IZTACALA, MEXICO

1995



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.

## INDICE

	Pág.
DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
RESUMEN	III
INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	2
OBJETIVOS	28
AREA DE ESTUDIO	29
MATERIAL Y METODOS	31
RESULTADOS	37
DISCUSION	47
CONCLUSIONES	57
LITERATURA CITADA	60

*DEDICATORIA*

*A MIS PADRES Y HERMANOS:  
CON TODO MI CARINO Y GRATITUD,  
POR HABERME DADO SU APOYO INCONDICIONAL  
DURANTE LA REALIZACION DE ESTA TESIS.*



## AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera especial al Dr. Fausto R. Méndez de la Cruz, por su apoyo y asesoramiento en la realización de este trabajo, así como por las sugerencias, críticas y comentarios cuidadosos que hizo como director de esta tesis, me ayudó a aclarar mis argumentos y a mejorar considerablemente el escrito original.

Al Dr. Gustavo Casas Andreu, por las facilidades que me confirió para la realización de este proyecto y por las referencias bibliográficas que me proporcionó, al Biólogo Manuel Fera Ortíz por su colaboración en la colección de los organismos usados en el estudio, a la M. en C. Guadalupe Gutiérrez Mayén por su orientación en la identificación taxonomica de insectos.

A los Biólogos Aurelio Ramirez Bautista y Aurelio Carrasco Fuentes, por facilitarme referencias bibliográficas valiosas; a la Dra. Maricela Villagrán Santa Cruz por la revisión del estado reproductivo de las salamandras.

A los Biólogos Ma. Elena Sandoval Jiménez y Adolfo Garrido Estrada, así como a Judith Rodríguez Torres y Joel Vázquez Díaz por brindarme su apoyo moral en todo momento durante el desarrollo del trabajo.

Al M. en C. Rubén Sánchez Trejo, así como a César Marín Romero por su asesoramiento en el manejo de *software* de aplicación.

Al M. en C. José Luis Camarillo Rangel y a los Biólogos Tizoc Altamirano Alvarez, Enrique Godínez Cano; así como a la Bióloga Alba Márquez Espinosa de la E.N.E.P. Iztacala, por las observaciones que hicieron para mejorar el escrito.

Finalmente, al Instituto de Biología de la UNAM por las facilidades proporcionadas para el desarrollo de esta tesis.

## Resumen

La salamandra *Pseudoeurycea leprosa* se distribuye a lo largo del Eje Neovolcánico Transversal, en microhábitats que conservan la humedad: troncos macizos, troncos podridos, hojarasca y corteza de los árboles; éstos constituyen microhábitats importantes para las hembras, los machos, los jóvenes y las crías.

Los adultos se encuentran de mayo a octubre, meses en los que los niveles de lluvias son altos; sin embargo desde noviembre hasta abril permanecen en sus refugios subterráneos, mientras que las crías se encuentran de septiembre a abril, época donde se ubican los niveles más bajos de lluvias.

*P. leprosa* se alimenta principalmente de arañas, chilópodos, colémbolos, coleópteros y dípteros; en menor proporción de diplópodos, homópteros, lepidópteros e himenópteros. Es una especie básicamente insectívora, consume un 75% de insectos adultos, 20.12% de larvas y 4.88% de huevos.

No existe diferencia en los hábitos alimentarios entre hembras y machos, consumen básicamente las mismas presas. La dieta de las salamandras jóvenes está integrada por 6 taxas, las presas más sobresalientes son las arañas, chilópodos y los colémbolos.

La temporada más favorable para su alimentación fue el verano y el otoño, integrada por 7 taxas en cada temporada.

El volumen del contenido alimentario ingerido por las hembras presenta variaciones importantes a lo largo del año, es alta en mayo y en octubre, justamente antes y después de la hibernación; en los machos no se observa prácticamente variación.

*P. leprosa* exhibe un ciclo reproductor estacional asincrónico, la máxima actividad gonádica en hembras se observa en agosto y en octubre, mientras que en los machos la máxima actividad testicular es en agosto. La glándula hedónica muestra correlación con la actividad testicular, se encuentra bien definida en el mismo período.

El ciclo gonadal en ambos sexos no se encuentra sincronizado, independientemente de la talla, se localizaron machos y hembras con testículos u ovarios pesados y ligeros respectivamente.

La oviposición se llevó a cabo en la parte inferior de los

troncos macizos. Las crías nacieron en septiembre, extendiéndose su localización hasta abril.

La máxima robustez en *F. leprosa* en hembras y machos fue en agosto, aspecto que coincide con su actividad testicular y ovárica.

La variación de los cuerpos grasos en ambos sexos muestra una declinación en julio, mientras que en octubre se observó su valor máximo. La energía contenida en los cuerpos grasos se empleó en la hibernación y durante el verano para el desarrollo de las gónadas.

La variación en el peso del hígado en hembras y machos exhiben un valor importante en septiembre, éste constituye un órgano de almacén para estos organismos.

Los factores ambientales no muestran una correlación con los índices empleados, sin embargo es importante destacar que la alimentación y la actividad reproductiva de hembras y machos se concentra en la época de máxima precipitación pluvial y en donde los valores de temperatura y fotoperíodo son los más benignos del año.

## Introducción

Las salamandras constituyen un excelente material en investigaciones de tipo fisiológico, bioquímico, biogeográfico y ecológico en la últimas décadas (Wake y Lynch, 1976).

En México existen 4 familias de caudados agrupados en 15 generos y 88 especies, es decir que hay una gran diversidad générica y de endemismos en nuestro país (Casas, 1984, 1989; Lynch y Wake, 1989). Se han efectuado estudios sobre herpetofaunas en diferentes regiones, entre estos trabajos se pueden mencionar los realizados por Ramírez, *et. al.*, 1979, 1991; Sánchez-Herrera, 1980; Gallina, 1980, etc.

El conocimiento de la biología en salamandras es muy limitado, los estudios que existen hasta el momento consideran aspectos de sistemática y distribución (Lynch, *et. al.*, 1983; Lynch y Wake, *op. cit.*); recientemente se han realizado trabajos sobre el microhábitat y su relación con factores físicos (Eliosa, 1990).

Es muy importante analizar otras relaciones ecológicas que influyen en su alimentación, reproducción, cortejo y apareamiento; sin embargo la literatura que existe sobre estos tópicos es dispersa y fraccionada, esta situación se complica aún más porque muchas especies se refugian en hábitats subterráneos durante diferentes periodos del año (Lynch, *op. cit.*).

Los urodelos presentan una gran heterogeneidad en sus patrones reproductivos. Las especies de zonas templadas presentan un ciclo reproductivo estacional, se reproducen en la primavera, mientras que los de zonas tropicales presentan un ciclo continuo, pueden reproducirse en cualquier mes del año (Lofts, 1974).

Los ciclos reproductivos a su vez se ven influenciados por factores ambientales como la luz, la temperatura y la humedad; elementos que influyen en la heterogeneidad de los ciclos reproductivos que existen en las salamandras, y que además se enfrentan a ambientes alterados por las actividades humanas, como son el sobrepastoreo, la quema con fines agrícolas, la tala inmoderada de árboles y contaminación, aspectos que ponen en serio peligro a la gran diversidad de especies que existen en nuestro país (Wake y Johnson, 1989).

### Antecedentes

La familia Plethodontidae consta de 9 géneros y 200 especies distribuidos ampliamente, abarcan la región neotropical desde el extremo septentrional de México hasta el sur de Brasil, Bolivia y Perú. Las montañas de América Central son ricas en especies endémicas de plethodontidos neotropicales, ahí se pueden localizar los géneros *Nyctanolis*, *Bradytriton*, *Dendrotriton*, *Ixalotriton*, *Dolitoglossa*, *Nototriton* y *Pseudoeurycea*.

*Pseudoeurycea* es un género del continente americano, consta de 22 especies; la mayor diversidad se encuentra en Veracruz y en Oaxaca, presentan una gran especialización ecológica y morfológica (Baird, 1951; Wake y Lynch, 1976; Lynch, et. al., 1983).

Usando morfometría multivariada y electroforesis en gel se ha logrado comparar a *Pseudoeurycea smithi* de las especies de Oaxaca, ha sido posible establecer taxónomicamente a las especies que integran el género, como en el caso de *P. unguidentis* (Lynch, et al., 1977, 1983), se distribuyen entre los 2500 a los 3000 m.s.n.m., habitan en zonas húmedas de pinos, robles, cipreses y abetos, algunos se especializan en vivir entre las bromeliáceas como *Pseudoeurycea firscheini*; se localizan generalmente bajo la corteza de los árboles, debajo de los troncos, piedras, grietas y cavernas (Dunn, 1926; Bishop, 1943; Walker, op. cit.).

Se han estudiado aspectos de su ecología con temas muy variados como la relación interespecífica entre la talla de la salamandra y su preferencia por el sustrato (Krzysik, 1980); así como los factores que influyen en su distribución y que producen una exclusión competitiva entre las mismas. En las especies *Plethodon cinereus* y *P. shenandoah* presentan cierta selectividad en su hábitat, en el caso del primero sus crías habitan en las orillas del bosque, mientras que la segunda especie se les encuentra en la parte central del bosque (Jaeger, 1971a); seleccionan la textura de su microhábitat (Keen, 1982). En un estudio en los Apalaches con 3 salamandras congénicas: *Desmognathus quadramaculatus*, *D. monticola*, y *D. ochrophaeus* (Southerland, 1986) se analizó el papel de la competencia, predación y condiciones del hábitat.

La coexistencia entre especies es un problema central en

ecología. Dunn (op. cit.) ya lo había mencionado, con gran anticipación, para comprender la competencia que llega a establecerse entre las salamandras. Krzysik (1979) examina la diferencia entre nichos en las especies de *Desmognathus monticola* y *D. fuscus*, a su vez analiza el papel de la competición, predación y condiciones del hábitat, por ejemplo *D. monticola* vive en el bosque y cerca de las corrientes de agua, en un hábitat forragea y en otro evita la desecación. La sobrevivencia, la selección del hábitat y el crecimiento en *D. monticola* afecta la interacción con sus congéneres; cuando se restringe el alimento, se limita a su vez el movimiento. Al tomar en cuenta la talla del cuerpo y la elevación en la que se encuentran las salamandras neotropicales, se observó que los organismos grandes son capaces de consumir más oxígeno que los de talla pequeña, esto se encuentra asociado al metabolismo de los organismos, donde intervienen la temperatura y la elevación, aspectos que ya habían sido considerados por Feder (op. cit.). Los factores físicos que influyen en las poblaciones de salamandras son: la humedad, la temperatura, el ph, altitud, entre otros, este último factor determina la eficiencia respiratoria ya que los pletodóntidos no tienen pulmones, por lo que se han especializado en el intercambio de gases que puede ocurrir por la piel o a través de la cavidad bucofaringea (Beckenbach, 1975).

Al analizar la distribución de *Plethodon cinereus cinereus*, Taub (1961) encontró que los principales factores ambientales que influyen en la distribución vertical de estos organismos son la temperatura, luz y humedad del suelo. Con relación a la temperatura, ésta tiene un efecto limitante en la distribución de la especie, la cual es estacional, es decir se les encuentra frecuentemente en primavera y su hibernación depende de la severidad del invierno; mientras que en las especies *Plethodon cinereus*, *Eurycea bislineata* y *Desmognathus* son muy influenciados por el ph y la humedad del suelo. La distribución de las salamandras se ven influenciadas también por la acidez del suelo y la humedad.

Wyman (et. al., 1987; 1988) menciona que las condiciones de acidez limitan la distribución de los anfibios en general. La

especie *Plethodon cinereus* selecciona generalmente suelos neutros o ácidos, un ph de 2.5 a 3 puede ser letal para los organismos, mientras que en un ph de 3 a 6 sobreviven bien. El ph influye en la pérdida de sodio y en la productividad del alimento. Una disminución de las presas reduce considerablemente las poblaciones de salamandras, algunas sobreviven en valores de ph entre 4 a 4.5.

En el caso de la distribución de *P. cinereus* se ve influenciada por el ph del suelo y no por la temperatura y la humedad, no se encontraron salamandras a un ph menor a 3.7; generalmente el crecimiento y la respiración se reducen a un ph bajo, el cual afecta su alimentación. Esta especie vive en suelos neutros, con una temperatura óptima de 10 a 15 °C en la primavera y en el otoño; un valor letal de ph para esta especie fue de 2 a 2.5. Un ph bajo incrementa generalmente la pérdida de Na, aspecto que se ha observado en las larvas de anfibios.

El agua muestra una influencia importante en la actividad de los plelodóntidos (Jaeger, 1971a,b, 1980a). La humedad del suelo influye en la distribución de los anfibios (Taub, op. cit.; Jaeger, 1971b, 1980a), por ejemplo *P. cinereus* se encuentra en lugares donde la humedad es alta.

Los plelodóntidos necesitan mantener la superficie de su piel húmeda para facilitar el intercambio de gases, *Desmognathus fuscus* reduce su actividad en sustratos de humedad baja. El tamaño del sustrato es significativo, se refugian en grandes sustratos con más humedad que en objetos pequeños con poca humedad (Jaeger, 1972); el número de presas capturadas por *Plethodon cinereus* depende de las condiciones de humedad, a su vez la actividad nocturna de las salamandras depende de las relaciones de humedad, la cual tiene un efecto limitante en sus actividades (Jaeger, op. cit., 1971b; Bogert, 1952).

La distribución del agua influye en la termorregulación de las salamandras por los requerimientos hídricos y la humedad de los microhábitats que limitan la diversidad térmica. Las salamandras terrestres de la zona templada rara vez exhiben una termorregulación conductual en el campo (Battrotrom, 1963), son capaces de termorregular en sustratos calientes y fríos. La

temperatura de los anfibios varía con el clima, elevación, estación, microhábitat, mantienen la temperatura constante de su cuerpo cuando las condiciones ambientales no varían (Feder, et. al., 1982b).

Vial (1968), al realizar un estudio con la salamandra tropical *Bolitoglossa subpalmata* notó que el apinamiento que manifiestan las salamandras se encuentra relacionado con las condiciones desfavorables del ambiente y no con el comportamiento reproductivo. Los cambios en la humedad local como estacional influyen en la abundancia de los animales en la superficie, pues durante los periodos secos se retiran a sus refugios subterráneos.

Los pletodóntidos necesitan de humedad, por ello se refugian en troncos y piedras, (Bishop, op. cit.), en condiciones adversas se retiran a sus refugios subterráneos, la temperatura de su cuerpo es de  $-2$  a  $26.7^{\circ}\text{C}$ , con un promedio de  $19.2^{\circ}\text{C}$ , la temperatura de su cuerpo llega a ser muy similar a la del sustrato, sin embargo se ha observado que los adultos llegan a sobrevivir a temperaturas entre  $4$  y  $24^{\circ}\text{C}$  (Battrotrom, op. cit.).

Spotila (1972) observó una deshidratación importante a temperaturas altas, las salamandras absorben agua del suelo cuando la tensión de la humedad del suelo fue de  $2.8$  atm a  $25^{\circ}\text{C}$ . Se han realizado varios estudios tomando en cuenta factores como la humedad y la temperatura, el propósito de dichos estudios fue conocer los factores que permiten seleccionar el hábitat, segregación del nicho, como en el caso de *Plethodon* en que la temperatura tiene un efecto sobre la selección del hábitat.

La variación en la temperatura del cuerpo es más grande estacionalmente en las salamandras de zonas templadas que en las tropicales. Las de zonas templadas experimentan más variación térmica que las tropicales, la temperatura tiene un efecto en la energética, crecimiento y reproducción de las salamandras que emplean para el cortejo y forragean a cierto límite de temperatura (Feder, op. cit.).

Las salamandras se refugian en los troncos y en las piedras, entre la temperatura óptima para algunas salamandras tenemos el caso de *Plethodon dunni* ( $7-11^{\circ}\text{C}$ ), *P. neomexicanus* ( $12.8^{\circ}\text{C}$ ), y *P. glutinosus* ( $14^{\circ}\text{C}$ ).



*Plethodon dunni*, *P. neomexicanus* y *P. glutinosus* se refugian en los troncos y en las piedras. La temperatura del cuerpo de las salamandras oscila de  $-2$  a  $26.7^{\circ}\text{C}$ , con un promedio de  $19.2^{\circ}\text{C}$  (Stefanski, et. al., 1989). Las salamandras terrestres cuando se enfrentan a condiciones de desecación rápidamente se deshidratan (Spotilia, op. cit.).

En los periodos secos permanecen en sus refugios, esto restringe su capacidad de forrajeo, cortejo y apareamiento (Spotilia, op. cit.; Fraser, 1976a,b; Jaeger, 1980a; Keen, 1984), la deshidratación afecta principalmente el transporte de oxígeno, reduce el movimiento del músculo cardiaco y su capacidad de locomoción.

El consumo de oxígeno no difiere de los organismos hidratados de los deshidratados. En *Plethodon jordani* se incrementa con la actividad y con la temperatura el consumo de oxígeno, con la actividad decrece de  $25^{\circ}\text{C}$  a  $15^{\circ}\text{C}$ . La concentración de lactato en *P. jordani* no difiere de los organismos hidratados y de los deshidratados, pero se incrementa con la actividad en *D. ochrophaeus* la deshidratación cuando llega entre 80 y 88% y esto afecta su locomoción. *P. jordani* cubre grandes distancias durante la noche y luego se retira a los troncos, por lo que se cree que la deshidratación altera la conducta de las salamandras.

Verberg (1954), nos dice que la temperatura incrementa el peso de su cuerpo por absorción del agua después de las primeras lluvias. Los animales se encuentran en la superficie en los meses calientes, pero cuando la temperatura decrece durante las lluvias se distribuye verticalmente ya que encuentra mejores condiciones para pasar el invierno en las capas inferiores; con la aproximación del invierno *Plethodon cinereus* y *Eurycea bislineata* mueven su hábitat para sobrevivir, se encuentran en la superficie en los meses calientes, pero cuando la temperatura decrece por las lluvias se mueven verticalmente, ahí encuentran un medio más estable en el cual pasar el invierno.

En la profundidad hay una temperatura más alta, que en la superficie en los meses fríos; en los meses calientes la temperatura de la profundidad es más baja que en la superficie, la temperatura más baja registrada fue de  $1^{\circ}\text{C}$ , mientras que a 3

pulgadas fue de  $-1^{\circ}\text{C}$ , el estímulo combinado de la temperatura y la humedad influyen en el movimiento de los organismos, la temperatura del suelo y la humedad influyen en la hibernación.

*Plethodon cinereus* se distribuye en zonas húmedas, se encuentra en leños donde la humedad es alta (Jaeger, 1980a); para la subespecie *Plethodon cinereus cinereus* la humedad juega un papel importante en su distribución e influye en su actividad. Las salamandras se ven limitadas en su actividad por el agua contenida en el sustrato, son susceptibles a la desecación, por ejemplo, la especie *P. shenandoah* es más sensible que *P. cinereus* a sobrevivir durante períodos de sequía, la epidermis en el primero es más resistente a la desecación que en *P. cinereus* (Jaeger, 1971b; Taub, 1961).

La actividad nocturna y el uso de objetos para proteger a las salamandras *Desmognathus fuscus* se han investigado bajo varias condiciones de humedad del sustrato (Keen, 1984). La actividad se relacionó directamente con el nivel de humedad del sustrato, la actividad durante la primera mitad de la noche fue similar tanto en condiciones bajas y altas de humedad, la actividad se redujo en la segunda mitad de la noche en sustratos con humedad baja comparados con la humedad alta. Las salamandras se refugian bajo rocas pequeñas con humedad alta que en sustratos con humedad baja, poco se conoce de las consecuencias ecológicas de los límites de humedad de los anfibios (Spotila, 1972; Tracy, 1976), los datos obtenidos hasta ahora reflejan una predilección por la humedad del sustrato.

La temperatura influye en la distribución de las salamandras, las cuales son muy susceptibles a extremos de temperatura, sobre todo cuando es muy cercana a la del sustrato (Bogert, 1952). Las salamandras de zonas templadas muestran un grado de aclimatación entre los  $12$  y los  $22^{\circ}\text{C}$ , en tanto que en las zonas neotropicales no se tiene registro (Feder, 1982a).

Se ha estudiado la temperatura ampliamente y se ha demostrado que los organismos pierden la capacidad locomotora cuando se enfrentan a extremos de temperatura (Battrotrom, 1963; Spotila, 1972).

## Alimentación

Se han estudiado diferentes tópicos sobre la dieta alimentaria en pletodóntidos, en su mayoría se ha podido establecer que son carnívoros, su principal alimento lo constituyen los insectos, (Noble, 1931; David y Jaeger, 1981), entre los órdenes que la componen tenemos a los Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera, Homoptera, Isoptera, Hemiptera, Ephemeroptera, Neuroptera, Plecoptera, Trichoptera y Collembola, entre los invertebrados no insectos tenemos a los Chilopodos, Diplopodos y Aranae (Hamilton, 1932; Jameson, 1944; Barbour y Lancaster, 1946; Storm y Aller, 1947; Davidson, 1956; Martof y Scott, 1957; Anderson y Martino, 1967; Whitaker y Rubin, 1971; Jaeger, 1980b, 1981, Caldwell y Houtcooper, 1973; Lee y Norden, 1973; Powders y Tieljen, 1974; Feder y Londes, 1984; Adams, 1968; Fraser, 1976b, Walls, et. al., 1989; David y Jaeger, 1981; Lynch, 1985; Hall, 1976; Powders y Cate, 1980).

La eurifagia se presenta en las salamandras *Aneides lugubris*, *A. ferreus*, *Ensatina eschscholtzi*, *Plethodon richmondi*, *P. cinereus*, *Desmognathus fuscus*, *Eurycea bislineata*, *Gyrinophylus porphyriticus* y *Notophthalmus viridescens* (Jaeger, op. cit., 1972; Bury y Martin, 1973; Burton, 1976). Las salamandras emplean una gran variedad de mecanismos para localizar sus presas, *Leurognathus* los identifica visualmente (Storm y Aller, 1947), mientras que en *Plethodon cinereus* es química (David y Jaeger, op. cit.). Las salamandras tienen bien desarrollado el sistema olfativo el cual les permite localizar sus presas (Walls, op. cit.)

El alimento proporciona la energía que será empleada en el mantenimiento fisiológico, crecimiento y principalmente en la actividad reproductiva (Jameson, 1981).

Hamilton (1932) determinó un número importante de insectos, en la alimentación de las salamandras *Necturus maculosus*, *Plethodon glutinosus*, *P. cinereus*, *Gyrinophylus porphyriticus* y *Desmognathus fuscus fuscus*.

Las presas más importantes en *N. maculosus* fueron los insectos y los anélidos, en *G. porphyriticus* se presentaron

escarabajos, dípteros, himenópteros y centípedos, mientras que en la subespecie *G. p. porphyriticus* se encontraron escarabajos y homópteros; en las salamandras jóvenes se determinaron dípteros y larvas de trichópteros. La subespecie *Notophtalmus viridescens viridescens* consume principalmente arañas y ácaros, mientras que el mismo autor encontró que la salamandra *D. fuscus fuscus* consume ninfas de moscas, centípedos, lepidópteros, escarabajos y hormigas, además reportó trichópteros, plecópteros, colémbolos y homópteros.

Las larvas de chiromidos constituyen un alimento frecuente en *Eurycea bislineata*, en invierno prefieren los copepodos y plecópteros. En la subespecie *E. b. bislineata*, Caldwell y Houtcooper (1973) identificaron colémbolos y en menor importancia coleópteros y dípteros (Burton, op. cit.).

En la salamandra *E. longicauda longicauda* las presas con mayor importancia fueron las arañas y los escarabajos, (Powders y Cate, 1980), mientras que en *E. quadridigitatus* se encontraron arañas, escarabajos y ácaros.

En *Leurognathus* las presas más abundantes fueron las ninfas de efemenóptera y díptera (Martof y Scott, op. cit.). En los hábitos alimentarios de *Plethodon cinereus*, el mismo autor encontró que el 57% de los estómagos contenían insectos: hormigas, escarabajos, lepidópteros y dípteros, mientras que el 17% lo constituyeron las arañas y los milpiés; Jameson (op. cit.) encontró coleópteros, en tanto que Jaeger (op. cit.) reportó, en esta misma especie, homópteros; Burton (op. cit.) encontró dípteros, coleópteros, lepidópteros, hemipteros, homópteros e himenópteros.

Whitaker y Rubin (1971) y Powders y Tieljen (1974) encontraron Formicidae como presas, además los primeros autores reportan lepidópteros en *P. jordani shermani*, en cambio en *P. jordani metcalfi* encontraron colémbolos y ácaros; en tanto que Jaeger (op. cit.) en *P. richmondi* reportó milpiés, mientras que en *P. glutinosus* las presas que constituyeron la base de su alimentación fueron los insectos, anélidos, centípedos, arañas, caracoles y chilópodos. Powders y Tieljen (op. cit.) hallaron chilópodos y anélidos; Davidson (1956) encontró en *P. glutinosus*

*glutinosus* que las presas representativas fueron los himenópteros, coleópteros, homópteros, hemipteros y lepidópteros.

Hay salamandras que muestran especializaciones alimentarias, Bruce y Martin (1973) encontraron en *Aneides lugubris*, y *A. ferreus* que las presas principales fueron las hormigas, en *A. aeneus* los insectos constituyen un 75.7% de la dieta alimentaria, destacan los escarabajos tanto en su estado adulto como en su estado larval, también encontraron pseudoescorpiones, arañas, moscas, neuropteros y fragmentos de hojas. En *A. aeneus* la alimentación es similar en todas las clases de edad (Lee y Norden, 1973). Adams (1968) en *Batrachoseps attenuatus* reportó, en la dieta de esta salamandra, escarabajos y en menor proporción arañas, en tanto que Bury y Martin (1973) reportaron cierto grado de especialización. *Ensatina* presenta una dieta generalista, prefiere el mismo tipo de presas que *B. attenuatus*.

Fraser (1976a) nos dice que las especies *Plethodon hoffmani* y *P. punctatus* presentan coexistencia y entre éstos la talla difiere entre adultos, seleccionan presas de alto calor metabólico; sugiere que el forrajeo depende del movimiento de las salamandras ya que se ha observado una correlación positiva con la cantidad de lluvias, observó que se incrementa el forrajeo en periodos húmedos.

#### Variación anual del alimento

Los factores ambientales como la lluvia y la temperatura influyen considerablemente en las poblaciones de salamandras, la primera se ha establecido que interviene en el volumen y en el número de presas ingeridas y la segunda afecta el metabolismo de los alimentos que consumen (Davidson, 1956).

La disponibilidad del alimento varía anualmente, es más rica en ciertas épocas del año que en otras, Jaeger (1980b) estableció que la primavera es la época más favorable para su alimentación, porque la temperatura es más benigna que en otras épocas del año donde el alimento se ve limitado.

En *Plethodon cinereus* la primavera es la estación más favorable, en cambio en la época seca del año no se alimentan

(Fraser, 1976b); más tarde, en la misma especie, Jaeger (op. cit.) encontró estómagos repletos de alimento en la época de lluvias, en *P. shenandoah* no se encontró alimento en la época seca, los factores ambientales tienen un efecto en la calidad y cantidad de presas ingeridas como en el caso de *P. cinereus* (David y Jager, 1981).

En *Aneides flavipunctatus*, Lynch (op. cit.) determinó que en el otoño los milípedos volumétricamente constituyen presas principales, le siguen en orden de importancia los coleópteros y como presas secundarias tenemos a los himenópteros y los dípteros, en la primavera predominan las hormigas y los escarabajos.

La temperatura y la humedad influyen en la talla y la abundancia de las presas, Caldwell y Houtcooper (op. cit.) mencionan que el alimento es más abundante en la primavera y está integrado principalmente por chiromidos, mientras que en invierno las ninfas de plecópteros constituyen sus presas preferidas; según Martof y Scott (1957) la disponibilidad de las presas es un factor determinante en los hábitos alimentarios en *Plethodon glutinosus glutinosus* muestran una relación estacional, consumen insectos en la primavera pero especialmente en la época de lluvias.

En una zona templada, Lynch (op. cit.) realizó un estudio sobre la ecología alimentaria en *A. flavipunctatus*, encontró que un volumen importante de presas está formado por diplópodos, coleópteros, himenópteros, isópteros, dípteros y colémbolos; en la primavera dominan las hormigas y los escarabajos, en el otoño los isópteros muestran una distribución desigual, mientras que los milpiés constituyen una fracción importante en su dieta, los coleópteros, himenópteros y dípteros constituyen una fracción menor.

Jaeger (1972) encontró durante la época húmeda estómagos repletos de presas, en cambio en la época seca existen pocas presas, llegó a la conclusión de que las salamandras ingieren más presas en la época de lluvias; en *P. cinereus*, bajo condiciones de humedad y temperatura, el forrajeo se incrementa en la época de lluvias, no así en la época seca; el forrajeo presentó correlación positiva en esta temporada del año, en *Eurycea bislineata*, Jaeger (et. al., 1983) encontró que la temporada fría retarda la

actividad alimentaria. Caldwell y Houtcooper (op. cit.), al estudiar la especie *Desmognathus ochrophaeus*, nos dicen que cuando hay una pérdida de agua en su medio ambiente los organismos inmediatamente se inactivan, lo mismo ha sido observado por Feder y Londes (1984).

#### Reproducción.

Los testículos de los urodelos se ubican abdominalmente, son estructuras alargadas y adheridas a la pared dorsal del cuerpo por un mesenterio. Morfológicamente están constituidos por varios lóbulos que se unen formando una cadena lineal y cuentan con un número variable de lóbulos que pueden llegar a incrementarse con la edad sexual del organismo, se puede adicionar un nuevo lóbulo cada 3 ó 4 ciclos anuales; cada uno de ellos es idéntico en estructura, contiene individualmente quistes los cuales muestran una zonación bien marcada de células germinales; es decir, que se presentan separados los cambios progresivos y regresivos de la espermatogénesis en una misma estructura (Humphrey, 1921).

Los lóbulos se forman progresivamente en relación a la estación reproductiva. Organ (1961a) usa este patrón para determinar la edad reproductiva en *Desmognathus*. Hay lóbulos que son de disposición radial como en *Batrachoseps*, *Gyrinophilus*, *Plethodon* y *Sperlerpes* (Humphrey, op. cit.). Los plelodóntidos presentan testículos múltiples, éstos se han descrito en *Desmognathus*, *Batrachoseps*, *Oedepina* y *Pseudoeurycea* (Sever, 1974; Wake, op. cit.).

El testículo en *Proteus arquineus* consta de un sólo lóbulo, el ciclo espermatogénico empieza en la parte anterior y progresa a lo largo del mismo, hay una sincronía de células germinales en cada quiste (Roosen, 1977).

Los testículos en *Desmognathus*, *Plethodon* y *Sperlerpes* son pigmentados exteriormente, se han encontrado en *Eurycea lucifuga*, *E. nona*, *E. neotenes* lóbulos pigmentados (Organ, op. cit.), sin embargo en *Phaeognathus hubrichti* no tienen melanóforos en los testículos (Brandon, 1965).

### *Espermatogénesis*

La espermatogénesis en anfibios ocurre en ciclos. En la mayoría de las especies tropicales y neotropicales los ciclos son continuos y no estacionales, se han estudiado especies con ciclos estacionales de zonas templadas particularmente en anuros.

Weichert (1945) ha detectado a principios de junio la presencia de espermatogonias y espermatocitos primarios; los cuales crecen a mediados de julio, por otro lado las espermatidas se encuentran en la primera semana de agosto. A fines de septiembre la espermatogénesis se ha completado, los lóbulos testiculares se encuentran llenos de espermatozoides. En *Eurycea bislineata*, la espermatogénesis empieza a principios de junio y progresa lentamente a fines de agosto cuando se encuentra el esperma maduro en los testículos.

En *Plethodon cinereus*, la reproducción tiene lugar en las lluvias y la depositación del espermatóforo ocurre en el otoño.

En el caso de *Gyrinophilus porphyriticus*, el esperma en el macho se genera en los meses de verano, se descarga en los vasos deferentes a principios de otoño y en la parte final de la primavera; mientras que en *Pseudotriton montanus*, los machos evacuan su esperma a fines de julio y se prolonga hasta el otoño (Bruce, 1972, 1975).

La espermatogénesis ocurre continuamente en las especies de Guatemala, los espermatozoides se producen durante todos los meses del año. En *Bolitoglossa adspersa* la espermatogénesis no es estacional, la oviposición ocurre inmediatamente y los jóvenes nacen desde mayo hasta junio.

### *Ciclo ovárico*

Las gonadas de los urodelos poseen un par de ovarios, se encuentran suspendidos por el mesenterio en la superficie media del riñón y muestran una variación estacional, la mayoría son ovíparos. El peso de las gónadas permanece constante en la hibernación, después incrementa su peso antes del apareamiento.

La fluctuación del peso gonadal se presenta en *Bufo bufo*,



*Rana temporaria* y *Rana esculenta*, entre las hembras el ciclo es más diverso ya que puede ser anual o bianual.

Los folículos atrésicos llegan a reflejar condiciones ambientales adversas. En abril *Plethodon cinereus* y *P. dorsalis* contienen folículos grandes y en junio son pequeños (Sever, 1978).

#### *Ciclos reproductivos*

Los pletodóntidos presentan una heterogeneidad muy amplia en sus ciclos reproductivos (Lofts, 1984). En *Eurycea quadridigitata* el esperma maduro se encuentra en la región caudal de los testículos a mediados de agosto, en septiembre el esperma se encuentra en la región cefálica del testículo; en este mes el esperma se transfiere a los vasos deferentes y para octubre los testículos están vacíos. De acuerdo con Werner (1969), *Plethodon cinereus* contiene en cada ampulla testicular células en el mismo estado de desarrollo, el esperma maduro lo encontramos a mediados de octubre e incluso puede mantenerse hasta la siguiente primavera. El incremento del peso testicular coincide con la onda espermatogénica, que se inicia en abril, con un peso testicular de (9.45 mg), el doble al empezar la espermatogénesis en el mes de abril con (4.94 mg), es decir que al evacuar el esperma decrece el peso gonadal considerablemente. La hormona gonadotrópica de la pituitaria controla la espermatogénesis, se ha observado que la temperatura tiene un efecto importante en el peso testicular, a 20°C el peso del testículo se incrementa significativamente con un fotoperíodo largo.

En especies de zonas tropicales los machos y las hembras presentan una actividad gonádica continua sin fase regresiva y pueden depositar sus huevos a intervalos a lo largo del año; en poblaciones de zonas montañosas la actividad sexual se realiza durante todo el año en ambos sexos, como sucede en *Bolitoglossa subpalmata* y *B. adspersa*. Valdivieso y Tamsitt (1965) mencionan que *Bolitoglossa adspersa* es ovíparo y no vivípara como se creía, se examinaron los ovarios para determinar la madurez sexual, en el caso de los machos se contaron los testículos múltiples. El dimorfismo sexual en estos organismos se

midió según la talla del cuerpo, las hembras son más grandes que los machos: las primeras midieron de 45 a 66 mm y los machos 50 a 55 mm, las hembras de 61 a 65 mm tienden a ser viteladas. El número de huevos va de 2 a 19, miden entre 6 a 8 mm, en septiembre se encontró una puesta de 10 huevos.

La madurez sexual en *Phaeognathus hubrichti* (Brandon, 1965) parece ocurrir a 100 mm LHC en las hembras y a 80 mm en el macho, el número de lóbulos se incrementa con la longitud del cuerpo.

Las hembras de 103 a 119 mm presentan folículos grandes con óvulos en varios estados de desarrollo y con oviductos bien desarrollados. Organ (1961a) nos dice que los machos maduran a los 118 mm en *Desmognathus*, éstos presentan 3 lóbulos que cuentan con 4 ó 5 años de actividad reproductiva. Werner (1969) menciona que el incremento en el peso del testículo coincide con la espermatogénesis en *Plethodon cinereus*.

La edad reproductiva de la primera reproducción se estima a los 6 años en machos y a los 7 en las hembras en la especie *Desmognathus quadramaculatus* (Bruce, 1988).

Norris (1980) ha encontrado que la reproducción en especies ovíparas es estacional y se encuentra implicado el fotoperíodo, temperatura y humedad. La espermatogénesis y el desarrollo folicular se completa en las lluvias. Los urodolos ovíparos exhiben varias formas de reproducción: en *Cryptobranchus alleganensis* ocurre en julio, en *Necturus* transfiere el esperma a las hembras y la oviposición ocurre en la primavera. La espermatogénesis se inicia en la parte anterior del testículo, mientras que la espermiación ocurre en las lluvias, la espermatogénesis no se completa sino hasta el siguiente verano.

Las hembras en *Plethodon* presentan un ciclo bianual, mientras que los machos son anuales; la espermatogénesis ocurre en primavera, progresa en el verano y termina en el otoño, los vasos deferentes alcanzan su talla máxima a fines del verano. Las hembras presentan una distribución bimodal, por lo que se dice que su ciclo es bianual, permanecen con sus puestas, mientras que el periodo de incubación es de 60 a 90 días (Peacock y Nassbaum, 1973).

En los machos, el promedio de los testículos examinados fue

de 83.99 mm, el peso del testículo se decremente rápidamente permanece en un nivel bajo hasta junio; se incrementa posteriormente en agosto, el peso decrece gradualmente hasta noviembre antes de la hibernación. El peso del testículo en febrero es más grande que en invierno, en mayo se registró un valor de 5 mg y en agosto fue de 634 mg, periodo en el que ocurre la espermatogénesis, los cuerpos grasos decrecen con el incremento del peso del testículo de julio, la energía de los cuerpos grasos se utiliza en la espermatogénesis. La hibernación empieza en noviembre y a mediados de marzo (Hasumi, et. al., 1990).

El peso del testículo fue mayor con la temperatura, Werner (op.cit.) mostró que en *Plethodon cinereus* a 20°C se inició la onda espermatogénica (Norris, et. al., 1985).

La espermiación ocurre a principios del otoño en la mayor parte de las salamandras, los organismos de zonas templadas desarrollan gametos y estructuras accesorias; hay cambios estacionales en los órganos reproductivos. En el caso de *Bolitoglossa rostrata* las hembras son más largas que los machos, la primera edad de reproducción es a los 2 1/2 años en las hembras, los jóvenes se les encuentra en julio junto con los de otra edad, esto indica que los jóvenes entran a la población durante un periodo corto, una estación corta de forrajeo puede ser responsable de una oviposición bianual.

En los machos de *Gyrinophilus porphyriticus*, a mediados de septiembre el esperma se encuentra en el testículo en la parte posterior, empieza la evacuación a mediados de septiembre y los vasos deferentes se encuentran llenos de esperma en octubre, esta condición persiste en invierno y en primavera el nacimiento ocurre a fines del verano y en el otoño.

Al estudiar el ciclo testicular anual del triton *Triturus marmoratus marmoratus* (Saez, et. al., 1990) se puede describir de la siguiente forma: hay proliferación de células germinales desde mayo a junio se forman espermatocitos primarios, la espermatogénesis ocurre de julio a septiembre las espermatidas se desarrollan en espermatozoides, el reposo testicular ocurre de octubre al mes de abril los testículos contienen espermatozoides y

pocas células germinales y espermatogonios y de febrero al mes de abril empieza la proliferación de espermatogonios secundarios. El testículo esta formado por 4 lobulos que presentan maduración asincrónica, su desarrollo empieza de la parte anterior a la posterior.

*Pseudoeurycea rex* se encuentran los jóvenes en noviembre y diciembre, las hembras son más grandes que los machos en promedio (Houck, 1977), la puesta de huevos en zonas neotropicales ocurre todo el año, en zonas templadas es específica. El cortejo en poblaciones neotropicales ocurre todo el año, en zonas templadas es estacional. Los machos de *Desmognathus monticola* se reproducen por primera vez a los 4 ó 5 años, mientras que las hembras oviponen a los 5 ó 6 años (Bruce, 1989); otras formas de medir la condición reproductiva se logra por medio de la producción de esperma y desarrollo ovárico, presencia del cuerpo luteal y presencia del esperma en la espermateca. En *Eurycea multiplicata grisigaster* (Ireland, 1976), la madurez sexual se determinó por el grado de pigmentación de los testículos y vasos deferentes, el cuerpo luteal es abundante en noviembre. En *Desmognathus fuscus* la mayor parte de las hembras y machos maduros se encuentran a fines del verano y en el otoño, se reproducen bianualmente (Organ, 1961a). Los machos maduran a los 2 años de edad y las hembras a los 3 años. La oviposición en *Desmognathus santeetlah* se realiza en junio con un promedio de 21 óvulos. El promedio en *D. fuscus* es de 23, la oviposición ocurre en julio. Los machos de las dos especies muestran un desarrollo similar en los caracteres sexuales primarios y secundarios, el diámetro de los vasos es un indicador del volumen del esperma.

En *Plethodon neomexicanus* y *A. hardii* la espermatogénesis es caudocefálica, los espermatocitos primarios se encuentran a principios de junio y a fines de agosto, las espermatidas se encuentran a mediados de julio y septiembre, los espermatozoides se encuentran a fines de agosto. En *A. hardii* las espermatogonias se forman a fines de julio y están presentes hasta la siguiente primavera. En *P. glutinosus* (Highton, 1962) la espermatogénesis empieza en abril, pero el esperma madura en los vasos deferentes de agosto a septiembre, las hembras almacenan el esperma varios

meses (Norris, *op. cit.*); se registraron niveles altos de andrógenos, el diámetro de los vasos deferentes se corresponde con la presencia de esperma almacenado y no a los niveles de andrógenos en el plasma. El peso testicular máximo es indicador de que ocurre la espermiación; el decremento en el peso testicular se lleva a cabo cuando el esperma ha sido evacuado de los testículos a los vasos deferentes (espermiación), en los testículos hay una regresión con respecto al peso y una nueva onda espermatogénica ocurre en el tritón, el peso testicular máximo se presenta en agosto.

El promedio del diámetro de los vasos deferentes fue máxima durante la estación reproductiva por contener espermatozoides, su diámetro decrece en junio y empieza a incrementarse en septiembre.

La espermatogénesis se inicia en abril con la proliferación de espermatogonias primarias a espermatoцитos secundarios, esto ocurre en mayo o junio. La espermatogénesis empieza en julio y los espermatozoides se presentan en agosto y continúan en noviembre cuando se incrementa el peso del testículo.

La medida del diámetro del vaso deferente es útil para determinar la condición reproductiva, la declinación del peso testicular se debe a los espermatozoides y el incremento del peso testicular puede ser por la acumulación de gonadotropinas.

#### *Factores ambientales que afectan el ciclo reproductor*

Moore y Deviche (1988) mencionan que existen 3 factores que influyen en la reproducción de los anfibios: el fotoperiodo, el agua y la temperatura. Se ha estudiado el efecto del fotoperiodo sobre la reproducción, por ejemplo en *Plethodon cinereus* es acelerada por un fotoperiodo de 16L:8D a principios de primavera (Werner, *op. cit.*).

La actividad gonadal parece ser influenciada por la temperatura; en climas templados los anfibios se aparean y ponen sus huevos a fines de invierno o a principios del verano, cuando baja la temperatura ambiente se interrumpe la espermatogénesis y el ciclo ovárico. Muchos de los estudios sobre este tema se han

realizado principalmente en ranas y tritones, en salamandras son muy escasos.

Las salamandras responden a la estimulación del fotoperíodo, induce en el invierno la recrudescencia espermatogénica.

Existen una serie de factores que afectan la transformación del ciclo espermatogénico de *Rana temporaria* (Van Oordt, et. al., 1963), los resultados muestran que la temperatura afecta la producción de gonadotropinas, las células  $\beta$  producen FSH y  $\alpha$  ICSH. La temperatura alta afecta el lóbulo distal de la pituitaria, y esto trae como consecuencia que se desintegre el esperma, disminuye la actividad de la ICSH que reduce la producción de la hormona masculina y degeneran las células de Sertoli.

Las primeras investigaciones que implican la temperatura y el fotoperíodo sobre la espermatogénesis en anfibios se remontan al año de 1932 de acuerdo a (Werner, 1969). Van Oordt (op. cit.) demostró que la secreción de las gonadotropinas de la adenohipófisis se ve influenciada por la temperatura en *Rana temporaria*.

La luz puede tener un efecto en la descarga del esperma maduro en los tubos seminíferos en el sapo *Xenopus*, en algunas salamandras responden al fotoperíodo; cuando ocurre en el invierno induce la recrudescencia del ciclo espermatogénico fuera de tiempo, generalmente el fotoperiodismo regula los ciclos reproductivos anuales. La temperatura y la luz causan un efecto endocrinológico demostrado por Werner (op.cit.) y Lofts (1970), ya que se ha observado una sensibilidad sobre la pituitaria y una sensibilidad del epitelio germinal sobre las hormonas gonadotrópicas.

Los factores ambientales fotoperíodo y temperatura son capaces de regular el ciclo espermatogénico en urodélos de zonas templadas, cuando se investigó el efecto de la temperatura y el fotoperíodo sobre la espermatogénesis en la salamandra *Plethodon cinereus* a 20°C de temperatura se inicia la onda espermatogénica; con un fotoperíodo de 16L - 8D y 12L - 12D produce espermatozoides, no así con 8L - 16D produce pocas espermatidas y no hay espermatozoides. Una temperatura superior a los 12 °C

produce la formación de espermatoцитos en invierno en *Triturus viridescens* (Ifft, 1942) y cuando se presenta una temperatura de 21 a 25 °C se descarga el esperma, al observar este comportamiento se puede concluir que la temperatura es un factor principal que influye en el ciclo espermático.

Los ciclos reproductivos son influenciados por factores ambientales como la luz y la temperatura que inhiben el proceso sexual como en *Plethodon cinereus*, en tanto que la humedad ejerce mayor influencia (Lofts, op. cit.). Se ha observado que la actividad espermatogénica decrece a temperaturas bajas (4°C) pero no a temperaturas altas (37°C). En organismos poikiloterms el fotoperíodo es menos importante que la temperatura, desde que se efectuó el primer estudio del fotoperíodo en la función testicular realizado por Ifft (op. cit.) en *Notophthalmus viridescens*, han surgido una gran cantidad de estudios al respecto, por ejemplo tenemos el trabajo de Werner (op. cit.) que observó que durante la fase de reposo en *Plethodon cinereus* con un fotoperíodo largo (12-16 hrs) estimula la espermatogénesis a 20°C, con un fotoperíodo corto hay proliferación de células cuando se mantienen a esta temperatura, en urodelos hay un órgano pineal infracraneal con células sensoriales similares a los fotorreceptores retinianos, por otro lado la piel de los anfibios se cree que tienen fotorreceptores y melantonina (Noble, op. cit.).

En relación al efecto de la temperatura sobre la función testicular, tenemos que la temperatura es un factor externo que controla la espermatogénesis de los anfibios. En *Rana temporaria* revelan que la actividad de la pituitaria está bajo el control de la temperatura. El urodelo *Plethodon cinereus* muestra insensibilidad a la temperatura durante la fase de reposo testicular. Por debajo de los 12°C la espermatogénesis se detiene en *Notophthalmus viridescens*, las espermatidas y los espermatoцитos degeneran; sin embargo (Ifft, op. cit.) en *Plethodon cinereus* indica que una temperatura de 10°C permite la proliferación de espermatoцитos primarios durante la fase de reposo, a esta temperatura se demora el desarrollo espermatogénico y llegan a degenerar (Werner, op. cit.). Esta diferencia entre las

especies sugiere que el rango de temperatura óptima para la espermatogénesis varía de una especie a otra, en el tritón *N. viridescens* mantenidos a 20°C con fotoperíodo corto de 8 a 10 hrs., por 3 meses durante la fase de reposo testicular, desarrolla la espermatogénesis hasta espermatidas (Ifft, op. cit.), a bajas temperaturas la espermatogénesis se inhibe, a temperaturas altas la secreción de gonadotropinas y la espermatogénesis se detiene.

Por lo tanto, la temperatura no es un factor determinante en el ciclo testicular, es un indicador endógeno; por ejemplo, en *Rana esculenta* los testículos reflejan durante el verano la biosíntesis de andrógenos y en el otoño, cuando se incrementa la temperatura, proliferan los niveles de andrógenos.

Fraille (et. al., 1989) menciona que los fotoperíodos largos de 16 horas de luz inducen la espermatogénesis durante el periodo de reposo a 20°C, temperaturas bajas alrededor de los 10°C y fotoperíodos largos inducen la espermatogénesis durante la reactivación testicular; experimentos previos indican que temperaturas altas de aproximadamente 37°C no afectan la proliferación de las células germinales, el volumen testicular se incrementa a 20°C en los tritones, sin embargo el mismo no varía significativamente mantenidos a 30°C a cualquiera de los fotoperíodos estudiados (Werner, op. cit.). En *Plethodon cinereus*, a temperatura ambiente y fotoperíodo natural empieza la reactivación testicular y la formación de espermatidas, un fotoperíodo de 8L:16D reduce su número, fotoperíodos largos estimulan la proliferación de células germinales, no hay diferenciación de espermatidas a espermatozoides, la temperatura interviene en la formación de tejido glandular y en la esteidogénesis y espermatogénesis.

En regiones frío templadas la reproducción se concentra en la época favorable, es decir, en la primavera y en el verano; el periodo reproductivo se acorta. La influencia del fotoperíodo sobre la reproducción se mantiene por la glándula pineal que se encuentra en mamíferos. En poikiloterms, se ha observado que la glándula pineal tiene una estructura fotorreceptiva que puede estimularse por la luz directa, en anfibios la función es independiente de la fotorrecepción ocular (Paniagua, et. al.,



1990).

El fotoperíodo y la temperatura son muy importantes en la regulación del ciclo en anfibios, en áreas geográficas frías presentan un periodo de reposo largo, el ciclo espermatogénico es corto, esto indica que presentan un ciclo continuo. De acuerdo a la temperatura de la primavera se estimula la espermatogénesis durante el periodo de reposo testicular, si se combina con el fotoperíodo largo se completa la espermatogénesis, cuando se desarrollan las espermatogonias a espermatidas a bajas temperaturas  $11^{\circ}\text{C}$  y fotoperíodo corto de menos de 8 horas de luz, la formación de espermatozoides ocurre en la oscuridad total, la temperatura es necesaria en la espermiogénesis y biosíntesis de andrógenos. El ciclo testicular comprende 3 periodos bien definidos 1) proliferación de células germinales, en mayo la mayor parte de los testículos están ocupados por racimos de espermatozoides y tejido glandular, todos los tipos de células germinales pueden observarse en junio, la talla testicular se incrementa en este período 2) período de espermiogénesis de julio a septiembre que están bajo espermiogénesis para transformarse en espermatozoides que se observan en agosto, 3) período de reposo, en octubre no se observan espermatoцитos ni espermatidas ya se han transformado en espermatozoides, hay pocas células germinales y espermatogonias para iniciar el siguiente ciclo espermatogénico, esto se presenta en el urodelo *T. granulosa*, *E. asper*, *C. pyrohogaster*, por ejemplo en *Rana iberica* el período de reposo dura 3 meses, en regiones calientes el período espermatogénico es más prolongado.

#### *Cuerpos Grasos*

Son pocos los trabajos que se han realizado sobre cuerpos grasos en salamandras, existen más referencias en otros anfibios principalmente en ranas y sapos. Los organismos obtienen de los alimentos los nutrientes indispensables para su metabolismo y crecimiento, entre los diferentes tipos de presas que consumen las salamandras, los insectos son ricos en proteínas, parte de la energía que no se emplea en actividades metabólicas se almacena en

los cuerpos grasos para ser utilizada más tarde como reserva nutricional; en la salamandra *Desmognathus ochrophaeus*, durante la estivación las reservas se encuentran en los cuerpos grasos (Noble, op. cit.).

Los cuerpos grasos provienen del mesodermo intermedio, tienen el mismo origen que los ovarios. Se han identificado en el tritón macho *Triturus cristatus carnifex* esteroides neutros y fenólicos como la testosterona, cortisona y estradiol, y han logrado sintetizar testosterona de colesterol. Los esteroides se encuentran relacionados con la capacidad reproductora en los anfibios (Humphrey, 1927; Chieffi, et. al., 1967; Lupo di Prisco, et. al., 1972).

Los cuerpos grasos en *Ambystoma tigrinum* se encuentran constituidos de 99.7% de lípidos, principalmente triglicéridos, ácidos grasos libres, esteroides y fosfolípidos, mientras que en *Bufo melanostictus* se ha identificado un 98.3% de triglicéridos en los cuerpos grasos.

En salamandras, los cuerpos grasos son muy marcados a lo largo del año, presentan una fase de acumulación (alta energía) y otra de agotamiento (baja energía); se relaciona con la estrategia reproductiva de los organismos. Durante la ovogénesis y la espermatogénesis se ha observado una disminución de los lípidos ováricos y testiculares, este agotamiento se debe al incremento de la actividad gametogénica, y se acentúa durante la hibernación ya que éstos se encuentran prácticamente agotados. Experimentalmente se ha determinado que requieren de 38 mg de lípidos para mantener aletargado a *Desmognathus fuscus* durante 5 o 6 meses (Jameson, op. cit.), mientras que en la salamandra *D. ochrophaeus* las hembras usan sus lípidos para mantenerse durante la época reproductiva ya que no se alimentan durante este período.

Cuando la alimentación es inadecuada en el sapo *Bufo bufo* los cuerpos grasos se movilizan inmediatamente para compensar esta deficiencia. En regiones templadas se presentan valores máximos en el otoño y bajos en el verano (Jameson, op. cit.).

Los cuerpos grasos de los anfibios son ricos en triglicéridos, *in vitro* se han producido esteroides en *Triturus cristatus carnifex*, seguramente existe una asociación entre los

cuerpos grasos, los testículos y par distal controlados por el hipotálamo aspecto observado en *Rana esculenta*.

Se cree que existe un factor en el par distal de la pituitaria que moviliza los cuerpos grasos en *Bufo bufo* (Larsen, 1963). Lupo di Prisco (et. al., 1971, 1972) *in vitro* demostraron que los cuerpos grasos tanto de machos como de hembras de *Triturus cristatus carnifex* sintetizan andrógenos y estrogénos. Los cuerpos grasos abdominales han recibido más atención como fuente de almacenamiento de lípidos por ser tan conspicuos y localizarse cerca de las gónadas, reducen sus valores considerablemente después de la estación reproductiva y alcanzan su máximo durante el otoño antes del período de hibernación, estos autores concluyen que la función de los cuerpos grasos es nutrir y desarrollar las gónadas.

La extirpación de los cuerpos grasos reduce la producción de vitelo que es importante en la vitelogénesis y en el mantenimiento metabólico de *Amphiuma means*. Al remover los cuerpos grasos en los machos adultos causa atrofia testicular. Se ha observado que los espermatoцитos primarios son muy sensibles al remover los cuerpos grasos.

La fracción lípida forma espermatoцитos y al ir incorporando homogenizados que contienen cuerpos grasos la atrofia testicular se activa.

Las hormonas gonadotrópicas son incapaces de estimular las gónadas en ausencia de los cuerpos grasos, a su vez el par distal es incapaz de estimular los testículos en ausencia de los cuerpos grasos (Rastogi y Chieffi, 1970).

La hipertrofia de los cuerpos grasos produce castración de las gónadas, al eliminarlos en el tritón *Triturus viridescens* causa degeneración en los productos sexuales (Chieffi, et al., 1975).

Fitzpatrick (1976) sostiene que los anfibios utilizan los lípidos, especialmente los triglicéridos, almacenados en los cuerpos grasos para la producción de gametos y para el almacenamiento metabólico durante la inactividad por la que pasan algunas salamandras. En anfibios, con reproducción en primavera o en verano, el almacenamiento de lípidos fue máximo a

principios de otoño justamente antes del invierno y después son mínimos. Los cuerpos grasos que se usan en la hibernación funcionan como reserva nutricional en las gónadas, al extirpar los cuerpos grasos en machos y en hembras de *Triturus viridescens* se bloquea inmediatamente la espermatogénesis y la ovogénesis, con la respectiva degeneración de las células germinales. Los resultados sugieren que la función de los cuerpos grasos es nutricional ya que son ricos en triglicéridos y colesterol. En la cola de los urodelos se almacena el 66% de los lípidos, en la salamandra *Batrachoseps attenuatus* se cree que la cola es la principal reserva de lípidos (Fitzpatrick, op. cit., 1976; Mairona, 1977).

#### Hígado.

La función principal del hígado tiene que ver con el almacenamiento de glucógeno y en la síntesis de vitelogenina, proteína que se encuentra en las hembras de los anfibios, la cual es muy importante en la formación del vitelo del huevo, su función se acentúa durante la invernación.

La vitelogenina es el precursor de la yema del huevo, es una glucolipofosfoproteína con un PM de 450 000, consta de dos cadenas polipeptídicas: la lipovitelina y la fosvitina; la primera es un monómero con un 20% de lípidos y 0.5% de fosfoproteínas con un PM de 200 000; la segunda con un PM de alrededor de 40 000 con un 40% de fosfoproteínas (Bergink y Wallace, 1974), se ha logrado sintetizar vitelogenina en machos previa inyección de estradiol.

La formación de proteínas de la yema del huevo en organismos ovíparos es controlada hormonalmente (Witliff, et. al., 1972).

Existen trabajos sobre la función del hígado en ranas y sapos, prácticamente con salamandras no existe información, por ello se consignan a continuación los trabajos que existen sobre este tema.

En anfibios ovíparos, experimentalmente, al tratar el hígado del sapo macho *Xenopus* con estradiol-17 $\beta$ , empieza la síntesis de lipovitelina doce horas después de iniciado el tratamiento (Witliff, op. cit.).

Lupo di Prisco (et. al., 1973) ha demostrado la presencia de hormonas esteroides en las gónadas de *Triturus cristatus carnifex*.

La concentración de 17  $\alpha$ -hidroxiprogesterona es más alta en el ovario que en los cuerpos grasos y puede llegar a convertirse en andrógenos en la salamandra *Nectophynoides occidentalis*.

La importancia del hígado se enfatiza durante la hibernación, en el otoño el hígado es dos veces más pesado que a principios del verano, esto se debe al almacenamiento de glucógeno.

### *Pseudoeurycea leprosa*

La mayor diversidad generica así como de poblaciones endémicas se encuentran en nuestro país en los estados de Veracruz, Chiapas y Oaxaca (Lynch y Wake, op. cit.). En los últimos años se han descrito nuevas especies en Durango, Tamaulipas y en Chiapas (Woodwall, 1941; Walker, 1955; Wake y Johnson, 1989).

Maxson y Wake (1981), al estudiar a un grupo de poblaciones de *Pseudoeurycea* de la cordillera volcánica del centro-sur de México, han logrado ubicar con mayor definición la distribución geográfica de *P. leprosa*.

Usando técnicas electroforéticas se ha comparado a *P. smithi* de las especies que integran el género como *P. unguidentis* (Lynch, et. al., 1977; 1983).

En relación a su distribución geográfica, algunos investigadores han considerado aspectos importantes (Taylor, 1938, 1944; Maxson y Wake, 1981). *Pseudoeurycea leprosa* (Cope) se localiza a lo largo del Eje Neovolcánico Transversal, principalmente en los Estados de México, Puebla, Veracruz, Morelos, Distrito Federal, Zacatecas, Nuevo León, Guerrero, Oaxaca y Jalisco (Smith y Taylor, op. cit.), como puede observarse en la Figura 1.

*Pseudoeurycea leprosa* ocupa los hábitats que conservan la humedad, prefieren la corteza, los tocones, las piedras, los troncos, troncos podridos, macollo, grietas y cavernas (Dunn, 1926; Bishop, 1943; Walker, op. cit..; Casas, et. al., 1980; Lemos y Amaya, 1985; Lemos y Franco, 1984; Sánchez, op. cit.), en general se puede decir que prefiere los troncos, se le puede encontrar en la época de lluvias. Se distribuyen ampliamente en nuestro territorio en las montañas altas cubiertas del bosque de coníferas (Sánchez, op. cit.). Un trabajo más completo sobre *P. leprosa* fue realizado por Elosa (1990) en el Parque Nacional de Zoquiapan, en el cual se determinó la distribución de *P. leprosa*, *P. cephalica cephalica* y *Chiropterotriton chiropterus* por sexos, por edad y evaluó su relación con la humedad, temperatura y tipo de sustrato.

Las características generales de la especie fueron descritas



FIG. 1. Distribución de *Pseudoeurycea leprosa*.

por: Dunn (op. cit., 1926) y Sánchez de Tagle (1978). Entre las que destacan la presencia de papilas cloacales en los machos.

En *P. belli* se han realizado estudios detallados sobre su anatomía y se han comparado filogenéticamente con otras salamandras, en especial con *P. leprosa*, dicho estudio contribuyó a un mayor conocimiento de las mismas (Baird, 1951; Dunn, 1926; Smith y Taylor, 1966). Aspectos sobre el cortejo de estos organismos han sido considerados por Salthe y Salthe (1964).

En México, los trabajos sobre el nicho trófico de las salamandras pletodontidas que se distribuyen en nuestro territorio son escasos y fragmentados, entre estos trabajos destaca el de Gallina (1980), en el cual se determinó la dieta de *Pseudoeurycea belli* en la zona denominada Monte Alegre, en la Sierra del Ajusco, México; se encontró que la alimentación fue muy similar en ambos sexos, los insectos adultos constituyeron la parte fundamental de su dieta. Las presas preferidas fueron los coleópteros, himenópteros, dípteros, los menos frecuentes las arañas, y los diplópodos, las presas que ocuparon un volumen mayor fueron los himenópteros, coleópteros, dípteros y diplopodos, un alimento básico en todas las clases de edad fueron los coleópteros. Se desconoce hasta el momento la dieta alimentaria de la salamandra *Pseudoeurycea leprosa*.

Gallina (op. cit.) establece la época de reproducción a fines de la primavera o a principios del verano de *P. belli*, mientras que breves observaciones sobre su reproducción han sido consignadas por Sánchez-Herrera (1980) en la salamandra *P. leprosa*. Por lo anteriormente expuesto, los objetivos del presente estudio son los siguientes:

- 1) Conocer aspectos generales del microhábitat de *P. leprosa*;
- 2) Determinar los hábitos alimentarios de los adultos y los jóvenes;
- 3) Caracterizar el ciclo reproductivo de hembras y machos, así como;
- 4) Analizar los parámetros ambientales que determinan las condiciones adecuadas para su desarrollo, así como su relación con el ciclo reproductor, alimentación, cuerpos grasos e hígado.



## AREA DE ESTUDIO

Los organismos se localizaron en la zona denominada el Capulín, ubicado en la Sierra del Ajusco, Estado de México, entre los  $99^{\circ}19'19''$  W y  $19^{\circ}11'2''$  E (Figura 2) con una altitud de 3400 m.s.n.m. Entre la gran variedad de climas que se presentan predomina el templado o mesotérmico, existen básicamente dos zonas climáticas, una es la más húmeda de los climas templados, con lluvias en verano comprende las áreas entre los 2800 a 3500 m.s.n.m.; la otra zona climática se caracteriza por presentar un verano frío y corto con nevadas en invierno, en zonas por encima de los 3500 m.s.n.m.

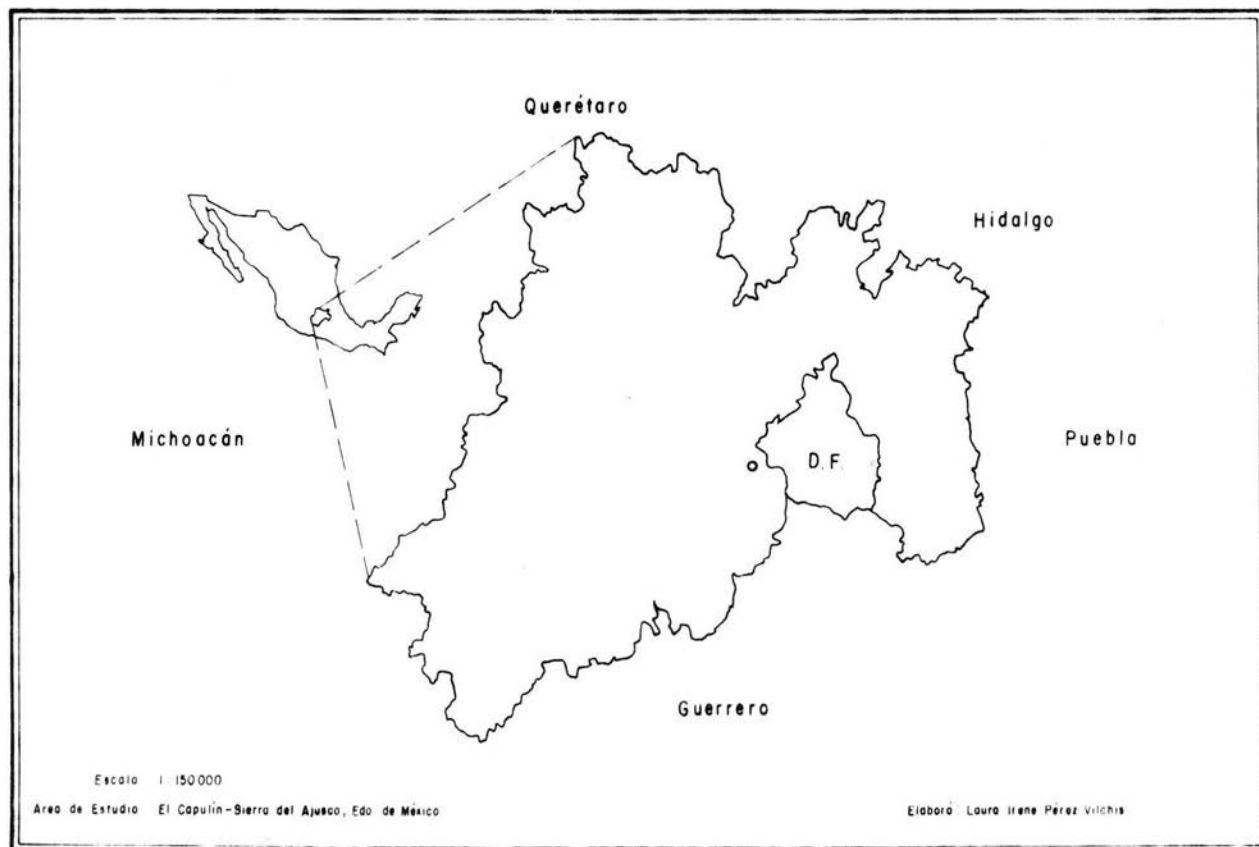
Esta zona se ubica en un clima de tipo (C(wz)(w)(b')ig), semifrío con verano fresco y largo, la temperatura media anual oscila entre  $5^{\circ}\text{C}$  y  $12^{\circ}\text{C}$ , presenta un régimen termico medio anual entre  $6.5^{\circ}\text{C}$  y  $22^{\circ}\text{C}$ , con un período de lluvias en verano que comprenden los meses de mayo a octubre con una precipitación pluvial de 1340 mm. La máxima incidencia de lluvias se presenta en los meses de julio, agosto y septiembre con lluvias que registran hasta 786.24 mm, la temporada seca se localiza de noviembre a mayo como puede observarse en el climograma de la Figura 3; datos proporcionados por el Observatorio Meteorológico Nacional (1975-1982). Se presentan dos máximos de temperatura de  $9.72^{\circ}\text{C}$  y en agosto se registra una temperatura de  $9.04^{\circ}\text{C}$ . La temperatura máxima corresponde al mes de mayo y la mínima al mes de enero (Arevalo, 1988).

Hidrologicamente es una zona donde no existen acuíferos importantes, sólo llegan a formarse charcos temporales en épocas de lluvias (Shimada, 1972).

Topográficamente es una región poco accidentada, con lomerío suave y grandes valles, varía mucho el tipo de suelo, este presenta algunos afloramientos pedregosos (Shimada, *op. cit.*).

Los afloramientos basálticos constituyen a la sierra del Ajusco, los suelos son de tipo arenoso-limoso, ricos en materia orgánica. En zonas altas los suelos que se derivan de cenizas volcánicas constituyen los suelos andosol, formados sobre materiales piroclásticos. Los suelos presentan variaciones en

Fig. 2 Localización de la zona de estudio en el Estado de México.



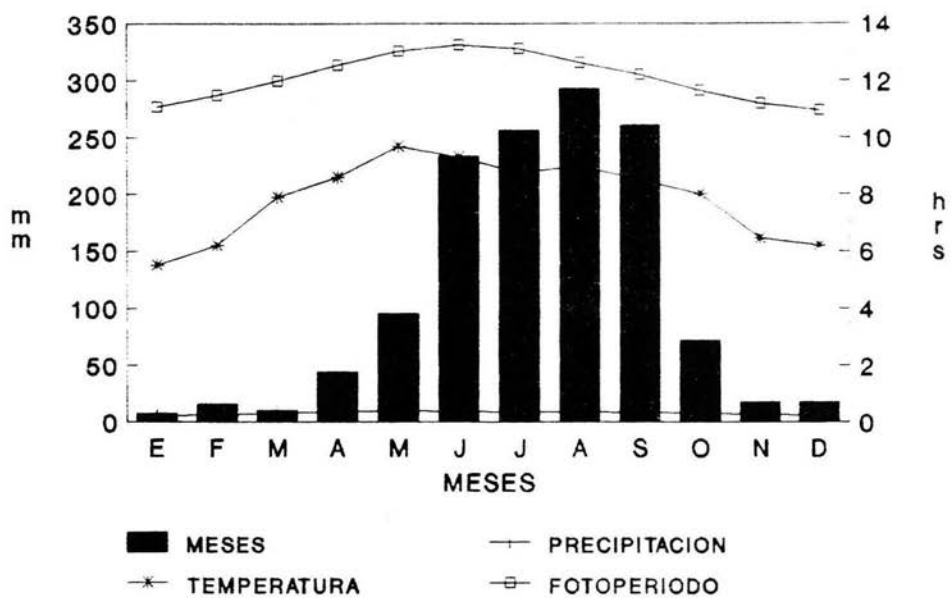


FIG 3. CLIMOGRAMA

color y textura de un lugar a otro, algunos son de color negro, se localizan desde las regiones subalpinas hasta los tropicos ecuatoriales humedos (Shimada, op. cit.). La profundidad del suelo es variable, los hay someros principalmente en las laderas de los cerros hasta los suelos profundos (Benítez, 1986), con un gran contenido de materia orgánica, predomina un ph ácido, existen también suelos con textura fina o gruesa, con un gran contenido de alófono.

Litológicamente está constituido por afloramientos de roca de origen ígneo sedimentario y metamórfico, las rocas ígneas extrusivas son las que ocupan una mayor extensión. De acuerdo con Castillo (1976), la sierra del Ajusco es una región volcánica, presentan suelos de tipo arenoso-limoso, pertenecen a la formación de Tarango Superior, las rocas volcánicas son de tipo andesítico, (Shimada, op. cit.; Benitez, op. cit.).

La vegetación arbórea se ubica dentro del bosque de coníferas, subdivisión de los bosques de pinos (Rzedovski, 1978), los elementos que lo constituyen son: el pino (*Pinus hartwegi*, *P. leiophylla*, *P. montezumae*, *P. rudis*, y *P. teocote*), oyamel (*Abies religiosa*), encino (*Quercus*), aile (*Alnus firmifolia*) que llegan a alcanzar de 8 a 15 m. de altura; en el estrato arbustivo encontramos a *Eupatorium mairetianum*, *E. glabratum*, *Salix paradoxa*, *Aretostaphyla arguta*, *Senecio barba johannis*, *S. glabratum*, *S. salignus*, *S. cinerariodes*, *Fuchsia microphylla*, *Baccharis conferta*, *Cincium ehrenbergii* y *Eringium columnare*; en el estrato herbáceo se encuentran: *Archilla promilla*, *Pernetia ciliata*, *Baccharis multiflora*, *Eupatorium saltivari*, *E. glabratum*, *Festuca amplissia*, *Eryngium protasflerum saltivari*, *E. glabratum*, *Festuca amplissia*, *Eryngium protasflerum*, *Didymaea mexicana*, *Brachipodium mexicana*, *Penstemon roseus*, *Commelina alpestris* *Begonia gracilis* y *Gnaphalium oxyphyllum*. En el estrato inferior encontramos pastos del tipo de los zacatonos *Muchlenbergia macroura* y *Festuca tolucensis*.

## MATERIAL Y METODOS

Se colectaron 120 ejemplares de *Pseudoeurycea leprosa* a una altitud de 3200 m.s.n.m. en la región denominada El Capulín, en la Sierra del Ajusco, México. Mensualmente se capturaron 10 especímenes (la misma cantidad de hembras y de machos) desde junio de 1989 hasta julio de 1990.

El sacrificio de los organismos fue por congelación, se obtuvieron las siguientes medidas complementarias: 1) número de colecta, 2) hora de captura, 3) fecha de colecta, 4) sexo, 5) longitud hocico-cloaca (LHC) (mm) y 6) peso del organismo (g); posteriormente las salamandras se fijaron en formol neutro al 10% (Gaviño, et. al., 1987).

En el estudio se consideraron como crías, los ejemplares menores de 20 mm de LHC; los jóvenes de 20.5 a 34 mm y se consideraron adultos los mayores de 34 mm.

### I.- Ecología.

#### a) Microhábitat.

Se buscaron principalmente bajo troncos (Wake y Lynch, op. cit.), se definieron los microhábitats de la siguiente manera: troncos macizos (árboles rasantes de cierta dureza), corteza, tocones (parte del tronco de un árbol que ha sido talado), troncos podridos, roca y hojarasca. Se determinó el número de microhábitats ocupados considerando la disposición y abundancia donde se encontraron las salamandras, se obtuvo la frecuencia correspondiente; y el total anual, por clase de edad y por sexo.

En relación al microhábitat de las crías se determinó la humedad por medio de la fórmula de Smith (1980):

$$PMC = MC \times 100/OD$$

donde

PMC = % de humedad

MC = Contenido de humedad

OD = Diferencia entre peso húmedo y peso seco

Se tomaron varias muestras de suelo donde se localizaron las

salamandras jóvenes, con un peso aproximado de 50 g, posteriormente fueron colocadas en una estufa a una temperatura de 60°C durante varios días hasta que no variara su peso.

## II.- Alimentación.

Se extrajeron los estómagos de los organismos y se agruparon por sexo y por clase de edad (adultos y jóvenes) fueron fijados en alcohol al 70 %, su contenido fue estimado por el método de desplazamiento volumétrico; es decir, que el volumen del contenido estomacal se obtuvo de la diferencia entre el estómago lleno en relación al volumen de desplazamiento del estómago vacío, con una jeringa de vidrio de 1 ml (0.01 ml), su contenido se depositó en una caja de petri y se determinaron los taxas hasta Orden, usando claves entomológicas (Chu, 1949; Borror et. al., 1976; Bland y Jaques, 1978).

Los parámetros utilizados en el estudio de los contenidos estomacales fueron: abundancia, volumen porcentual y frecuencia de las presas ingeridas.

Abundancia es el número de elementos de cada artículo alimentario.

Volumen porcentual es el porcentaje en volumen que representa cada artículo alimentario, se constituyeron grupos de cada orden y se consideró el estadio de vida de cada presa (larva, ninfa o adulto), así como del material vegetal, posteriormente se estimó visualmente el área ( $\text{mm}^2$ ) que ocupó cada grupo, a su vez se depositó en una caja de petri la cual contenía las presas sobre una hoja de papel milimétrico, considerando el área que ocupó el contenido total del estómago (la suma de las áreas estimadas de cada porción), el volumen real de un orden determinado se obtuvo al multiplicar la proporción correspondiente por el volumen del contenido estomacal calculado inicialmente.

Frecuencia de aparición es el número de estómagos en los que aparece determinado elemento alimentario con respecto al total expresado en 100%; sin embargo, para determinar los artículos más importantes se usó el Índice de Importancia Alimentaria que incluye los tres parámetros anteriores (Acosta, 1982), modificada según la fórmula que nos permite obtener un porcentaje en escala

de 100:

$$I = V'_{ij} + N'_{ij} + F'_{ij} / 3$$

donde:

$$V'_{ij} = V_{ij} / \sum V_{ij}$$

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

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

I = Índice de importancia alimentaria

V<sub>ij</sub> = Volumen del *i* elemento alimentario en la *jma* especie.

$\sum V_{ij}$  = Volumen total del contenido estomacal

N<sub>ij</sub> = Número de elementos de *i* elemento alimentario de la *jma* especie

$\sum N_{ij}$  = Número total de elementos de la muestra

N<sub>ij</sub> = Numero de contenidos estomacales donde se presenta la *i* elemento alimentario en la *jma* especie.

N<sub>j</sub> = Número total de contenidos estomacales del *j* especie.

Se obtuvieron los IIA por sexo y por clase de edad y se graficaron para observar su variación a lo largo del año. Los datos se consideraron dentro de un periodo anual o por estación de la siguiente forma: primavera: abril, mayo, junio; verano: julio, agosto, septiembre; otoño: octubre, noviembre y diciembre e invierno: enero, febrero y marzo.

Los valores de volumen alimentario de hembras y de machos fueron trabajados mensualmente.

### III. Reproducción.

Para determinar el ciclo reproductivo se utilizaron 36 ejemplares de *Pseudoeurycea leprosa* definidos sexualmente por disección, los parámetros registrados fueron:

#### *Para Machos*

i) Las gónadas fueron pesadas, medidas y contadas, utilizándose una balanza analítica (0.1 mg).

ii) Volumen testicular, se obtuvo empleado el método de Jones

(1970), mediante la relación:

$$V.t. = [4/3]\pi a^2 b$$

donde

Vt = volumen testicular, a = 1/2 diámetro testicular menor y b = 1/2 del diámetro testicular mayor.

iii) Índice somático testicular, se calculó de acuerdo al método de Guillette y Casas-Andreu (1981), mediante la relación.

$$IST = (PT/PTC)100$$

En donde IST = índice somático testicular, PT = peso testicular y PTC = peso total del organismo.

iv) Para describir la actividad testicular de los machos, se trabajó con una muestra de 36 individuos, utilizándose el volumen testicular máximo, el cual se representó en porcentaje y así definir 3 estadios:

Estadio I	=	0.1340 a 39 mm <sup>3</sup>
Estadio II	=	40 a 150 mm <sup>3</sup>
Estadio III	=	151 a 370 mm <sup>3</sup>

#### Para Hembras

Se obtuvieron los mismos datos que se tomaron para los machos, se trabajo con 46 ejemplares y se calcularon las siguientes medidas complementarias:

i) volumen folicular, mediante la relación empleada por (Jones, op. cit.):

$$V.F. = [4/3]\pi a^2$$

donde V.f. = volumen folicular, a = 1/2 del diámetro folicular;

ii) índice somático ovárico de acuerdo al método de Guillette y Casas-Andreu (op. cit.), mediante la fórmula:

$$ISO = (PO/PTC)100$$

En donde ISO = índice somático ovárico, PO = peso ovárico y PTC = peso total del organismo.



iii) La actividad folicular de las hembras se obtuvo considerando el valor máximo de su volumen folicular. El desarrollo ovárico se definió en tres estadios:

Estadio	I	-	0.1795 a 24.42 mm <sup>3</sup>
Estadio	II	-	25 a 75 mm <sup>3</sup>
Estadio	III	-	76 a 195 mm <sup>3</sup>

Los datos de precipitación pluvial y temperatura se obtuvieron de la estación meteorológica de Monte Alegre (Obs. Met. Ast. Nal. 1975 - 1982) y los datos de fotoperíodo se tomaron de los registros para la Ciudad de México (An. Obs. Met. Nal., 1982) y se correlacionaron con los factores físicos tanto el IST, ISO, ISCG e ISH de hembras y machos.

#### IV.- Índice de condición física.

Existen diversos factores extrínsecos que afectan el ciclo reproductivo de una especie, como la disponibilidad del alimento, los factores ambientales. El Índice de Condición Física (ICF) nos permite ver la robustez de los organismos mediante la relación utilizada por Nikolsky (1963).

$$\text{ICF} = \text{PESO(g)}/\text{LHC(mm)}$$

donde ICF = Índice de Condición Física, LHC = Longitud hocico cloaca.

Se agruparon los datos del ICF por sexo y se analizó la variación a lo largo del año, por medio de una ANDEVA, seguido de una prueba de rangos múltiples para localizar los cambios significativos.

V.- Cuerpos grasos. Los cuerpos grasos se extrajeron de cada uno de los ejemplares, fueron pesados en una balanza analítica con una exactitud de 0.1 mg. Se calculó el índice somático de los cuerpos grasos mediante la fórmula:

$$\text{ISCG} = (\text{CG}/\text{PTC})100$$

donde:

ISCG = Índice somático de los cuerpos grasos

CG = Peso de los cuerpos grasos

PTC = Peso total del organismo

Se graficaron sus valores cada mes para ver su variación anual, tanto de hembras como de machos, posteriormente se realizó un análisis de varianza.

VI.- Hígado. Se pesó el hígado de cada espécimen (machos y hembras) en una balanza analítica (0.1 mg.) con este valor se determinó el índice somático del hígado (ISH), mediante la relación siguiente:

$$\text{ISH} = (\text{PH}/\text{PTC})100$$

en donde:

ISH = Índice somático del hígado

PH = Peso del hígado

PTC = Peso total del organismo

Se obtuvo un promedio mensual para los ejemplares adultos de cada sexo, con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza, seguido de una prueba de rangos múltiples para localizar los cambios significativos.

En el procedimiento de datos en general se obtuvieron los promedios y los errores estandard correspondientes. Las diferencias estadísticas se obtuvieron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) y una prueba de rangos múltiples de Duncan (Bruning y Kintz, 1977)

Los ejemplares de estudio se depositaron en la colección herpetológica del Instituto de Biología de la UNAM.

## RESULTADOS

### Ecología.

Los machos de *Pseudoeurycea leprosa* presentaron una LHC promedio de 47 mm (58 - 33.89), con un peso promedio de 2.61g (4.4216 - 1.1761g); en el caso de las hembras presentaron una LHC promedio de 49.98 mm (65.9 - 34.15 mm) y un peso promedio de 3.05g (5.2958 - 1.1080g); los jóvenes registraron una LHC de 25.53 mm (34 - 20.5 mm) y un peso promedio de 0.4375g (0.9040 - 0.2283 mm), mientras que las crías mostraron una LHC de 16.52 mm (20 - 14 mm) y con un peso de 0.1744g (0.3535 - 0.0926g).

En cuanto a la distribución de los grupos por edad, los adultos ocuparon 4 microhábitats como puede verse en el Cuadro I; en orden de importancia estuvieron los troncos macizos rasantes que fueron ocupados por un 91.4% de los organismos, en igual proporción los troncos podridos y la corteza de los árboles por un 3.65%, finalmente la hojarasca por un 1.21%; no se ocuparon los tocones y las rocas.

En la distribución de hábitat por sexo se usaron 82 ejemplares, las hembras ocuparon 3 microhábitats, como puede observarse en el Cuadro I; en orden de importancia estuvieron los troncos macizos (91.3%), los troncos podridos (6.52%) y la corteza (2.17%). Los machos ocuparon también 3 microhábitats, los troncos macizos (91.6%), la corteza (5.55%) y finalmente la hojarasca (2.77%), el microhábitat que no se utilizó fue el de los troncos podridos.

Los jóvenes ocuparon 3 microhábitats, como puede observarse en el mismo cuadro. Los hábitats más importantes para estos organismos fueron los troncos macizos (79.16%), seguido de los troncos podridos (16.6%) y finalmente la corteza (4.16%); por otro lado, las crías ocuparon los mismos microhábitats que los jóvenes; es decir, los troncos macizos (85.71%) y en igual porcentaje la corteza y los troncos podridos con (7.14%).

Las hembras se localizaron de abril a octubre, mientras que los machos de mayo a octubre; los jóvenes se encontraron de mayo a noviembre, mientras que las crías desde principios de septiembre hasta el mes de abril, la humedad que se encontró en los troncos

ESPECIE	MICROHABITATS							TOTAL
	ESTADIO	TRONCO MORNO	TRONCO MORNO	TRONCO MORNO	TRONCO MORNO	TRONCO MORNO	TRONCO MORNO	
PSEUDOEURYCEA LEPROSA	ADULTOS :	75 (91.4%)	3 (3.65%)	3 (3.65%)	1 (1.21%)	4	82	
	HEMBRAS	42 (91.3%)	1 (2.17%)	3 (6.52%)	-	3	46	
	MACHOS	33 (91.6%)	2 (5.55%)	-	1 (2.77%)	3	36	
	JOVENES	19 (77.1%)	1 (4.1%)	4 (16.4%)	-	3	24	
	CRÍAS	12 (85.7%)	1 (7.1%)	1 (7.1%)	-	3	14	
	TOTAL	186 (88.3%)	5 (4.76%)	8 (6.66%)	1 (0.83%)		120	

CUADRO 1. DISTRIBUCION DE PSEUDOEURYCEA  
LEPROSA POR MICROHABITATS.

macizos fue la siguiente: en febrero se presentó un 40.6%, en marzo un 50.6% y en abril un 61.7%.

*P. leprosa* permaneció en sus refugios en la época seca y fría que comprende de noviembre hasta abril, con una temperatura de 6.4°C a 8.6 °C y una precipitación pluvial de 18 a 44 mm<sup>3</sup>, al ser capturada presentó cierto grado de inmovilidad sobre todo en abril y mayo, su conducta consistió principalmente en arquear su cuerpo, colocó su cabeza cerca de la cola y llegó a presentar autotomía de la misma.

#### Alimentación.

El índice de importancia alimentaria (IIA) de la salamandra *Pseudoeurycea leprosa* se muestra en el Cuadro 2 y en la Figura 4.

Destacan en su alimentación el grupo de las arañas (25.66%), los chilópodos (18.81%) y colémbolos (17.10%); en la misma proporción los coleópteros (14.25%), dípteros (14.25%), diplópodos (2.85%), homópteros (1.14%), lepidópteros (1.14%) e himenópteros (0.23 %), mientras que la materia vegetal comprendió un 4.56%, en su mayoría son presas adultas (75%) y un porcentaje menor fueron larvas (20.12%).

La dieta de las hembras se muestra en la Figura 5, se encontró constituida principalmente por los chilópodos, arañas, dípteros y colémbolos, mientras que las presas que presentaron una menor importancia fueron los lepidópteros, coleópteros, y homópteros. En febrero, las hembras empezaron a consumir colémbolos y chilópodos básicamente.

Las presas que constituyeron la dieta de los machos adultos se muestra en la Figura 6. Las presas con el mayor IIA fueron los colémbolos, coleópteros y los araneae, mientras que las presas con un menor IIA fueron los lepidópteros, diplópodos, chilópodos, homópteros y dípteros, las primeras presas que se registraron fueron los colémbolos.

Las presas que constituyen la dieta de las salamandras jóvenes fueron los araneae que aportan un 28.47%, mientras que los chilópodos un 18.98%, los colémbolos un 14.60%, los coleópteros un 13.87%, mientras que los dípteros formaron un

P R E S A S :		I I A
C L A S E	INSECTA	
	COLEOPTERA	0.25
	DIPTERA	0.25
	COLLEMBOLA	0.30
	LEPIDOPTERA	0.02
	HYMENOPTERA	0.004
	HOMOPTERA	0.02
	ARACHNIDA	0.45
	DIPLOPODA	0.05
	CHILOPODA	0.33

CUADRO 2. INDICE DE IMPORTANCIA ALIMENTARIA DE LAS PRESAS CONSUMIDAS  
POR LA SALAMANDRA *Pseudoeurycea leprosa*

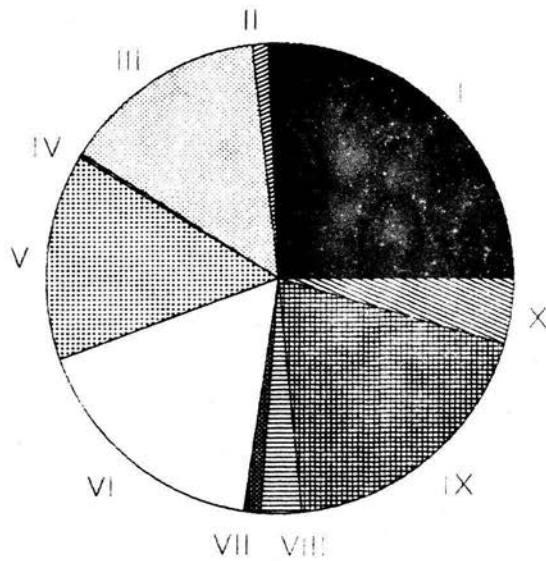


FIG 4. DIETA ANUAL DE LAS PRESAS INGERIDAS POR *P. leprosa*  
 I.ARANAE, II.LEPIDOPTEROS, III.COLEOPTEROS, IV.HYMENOPTEROS  
 V.DIPTEROS, VI.COEMBOLOS, VII.HOMOPTEROS, VIII.DIPLOPODOS  
 IX.CHILOPODOS, X.MATERIA VEGETAL

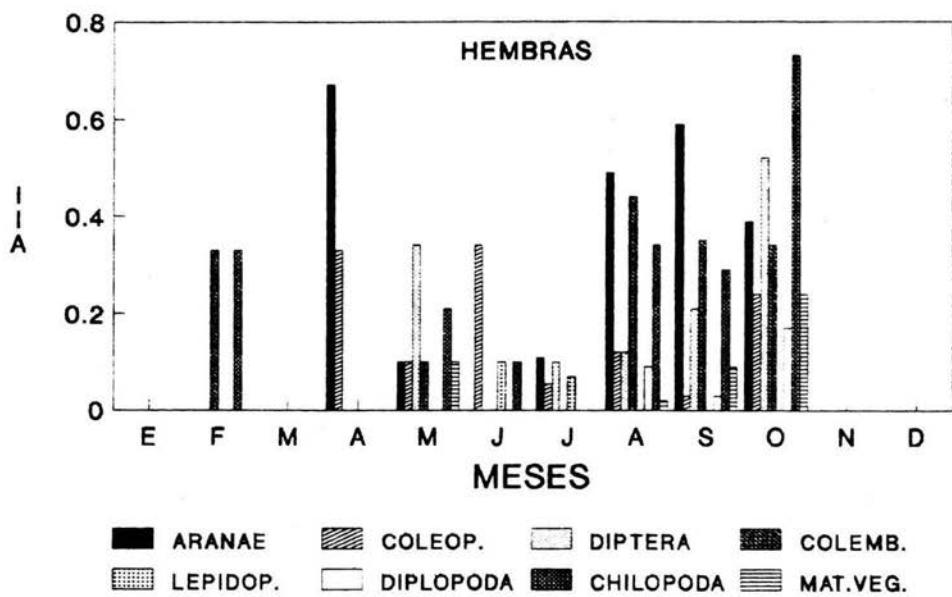


FIG 5. VARIACION ANUAL DEL IIA DE LAS PRESAS CONSUMIDAS POR LAS HEMBRAS DE *P. leprosa*



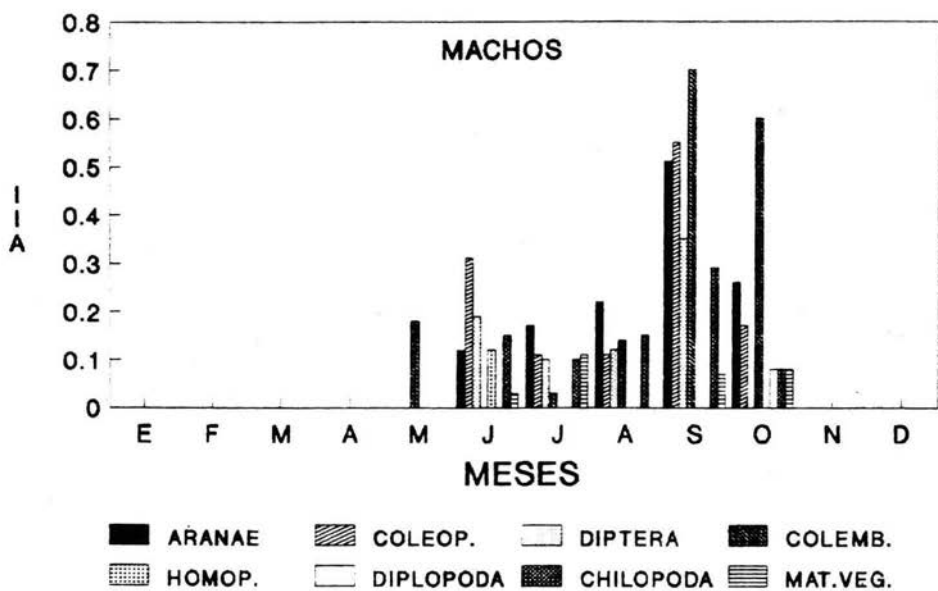


FIG 6. VARIACION ANUAL DEL IIA DE LAS PRESAS CONSUMIDAS POR LOS MACHOS DE *P. leprosa*

12.41%, la materia vegetal un 8.76% y los diplópodos un 2.92%, como se muestra en la Figura 7.

#### *Alimentación por estaciones del año.*

El contenido estomacal de *P. leprosa* por estaciones del año se muestra en el Cuadro 3 y en la Figura 8 donde se enlistan las presas principales.

*Primavera.*- Las presas que muestran un mayor de IIA fueron: Aranae, Diptera, Coleptera, Colembola y Chilopoda, mientras que las menos importantes fueron los Diplopoda.

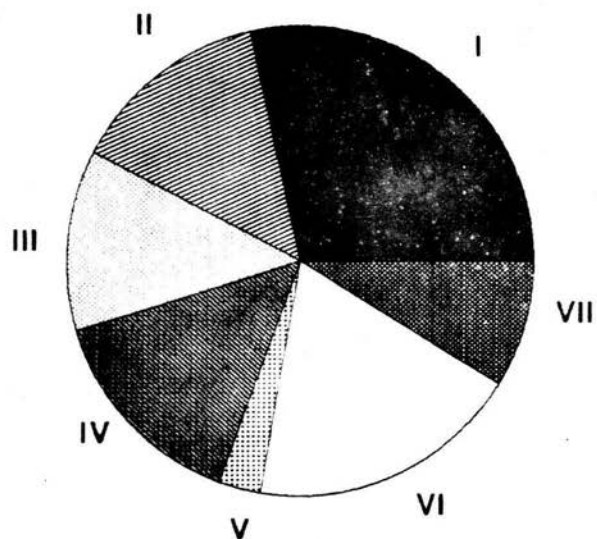
*Verano.*- La dieta la conforman 7 taxas principales: Aranae, Coleoptera, Chilopoda, Colembola y Diptera. Las presas que registraron un valor menor en su IIA fueron los Diplopoda, Lepidoptera y la materia vegetal.

*Otño.*- La dieta estuvo integrada también por 7 taxas: los Aranae que en esta época del año alcanzaron un IIA muy alto, le siguen en igual proporción los Colembola y los Chilopoda, después los Diptera y los Coleoptera. Las presas que obtuvieron un valor de 0.1 de IIA fueron los Diplopoda, los Lepidoptera y la materia vegetal.

*Invierno.*- Las presas que muestran igual proporción en esta época del año fueron los Chilopoda y los Colembola.

#### *Volumen alimentario*

En el caso de las hembras, el volumen alimentario consumido se muestra en la Figura 9 donde se observó un incremento en los meses de febrero a abril; el valor más alto se presentó en mayo, decreció paulatinamente en el mes de junio y alcanzó su valor más bajo en julio, aumentó en forma moderada en el mes de agosto para decrecer ligeramente en septiembre y en octubre presentar su valor más alto. En los machos el volumen del alimento consumido empieza a incrementarse en mayo, alcanza su valor más alto en junio,



**FIG 7. PORCENTAJE DE LOS TAXONES INGERIDOS POR LAS SALAMANDRAS JOVENES**

I. 28% ARANAE, II. 14% COLEOPTERA, III. 12% DIPTERA, IV. 15% COLEMBOLA, V. 3% DIPLOPODA, VI. 19% CHILOPODA Y VII. 9% M. VEGETAL.

	PRIMAVERA	VERANO	OTONO	INVIERNO
P R E S A S:				
	ARANAE	ARANAE	ARANAE	
	DIPTERA	COLEOPTERA	COLEMBOLA	
	COLEOPTERA	CHILOPODA	CHILOPODA	
	COLEMBOLA	COLEMBOLA	DIPTERA	COLEMBOLA
	CHILOPODA	DIPTERA	COLEOPTERA	CHILOPODA
	DIPLOPODA	DIPLOPODA	DIPLOPODA	
		LEPIDOPTERA	LEPIDOPTERA	

CUADRO 3. CONTENIDO ESTOMACAL POR ESTACIONES DEL AÑO  
DE LA SALAMANDRA *Pseudoeurycea leprosa*.

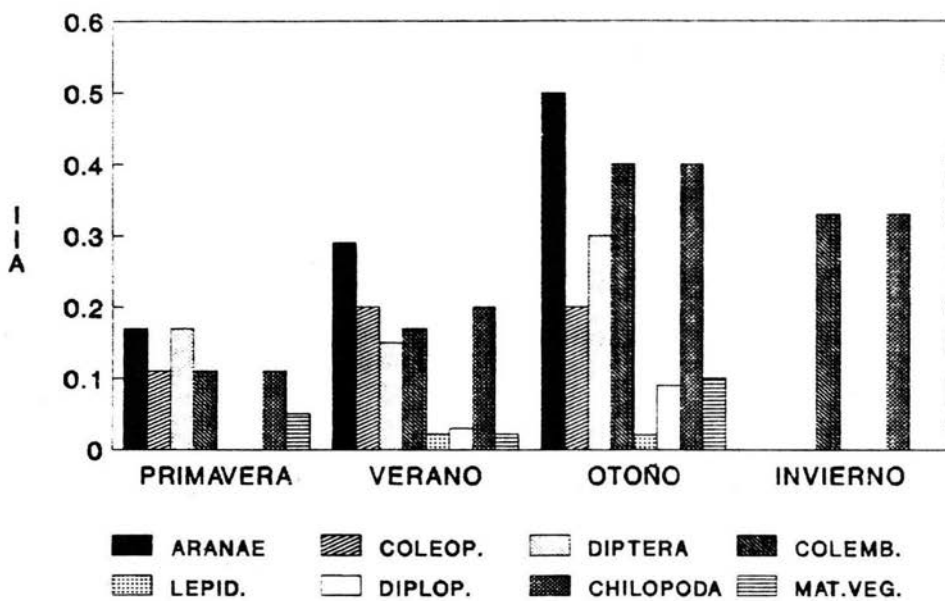


FIG 8. VARIACION DEL IIA POR ESTACIONES DEL AÑO.

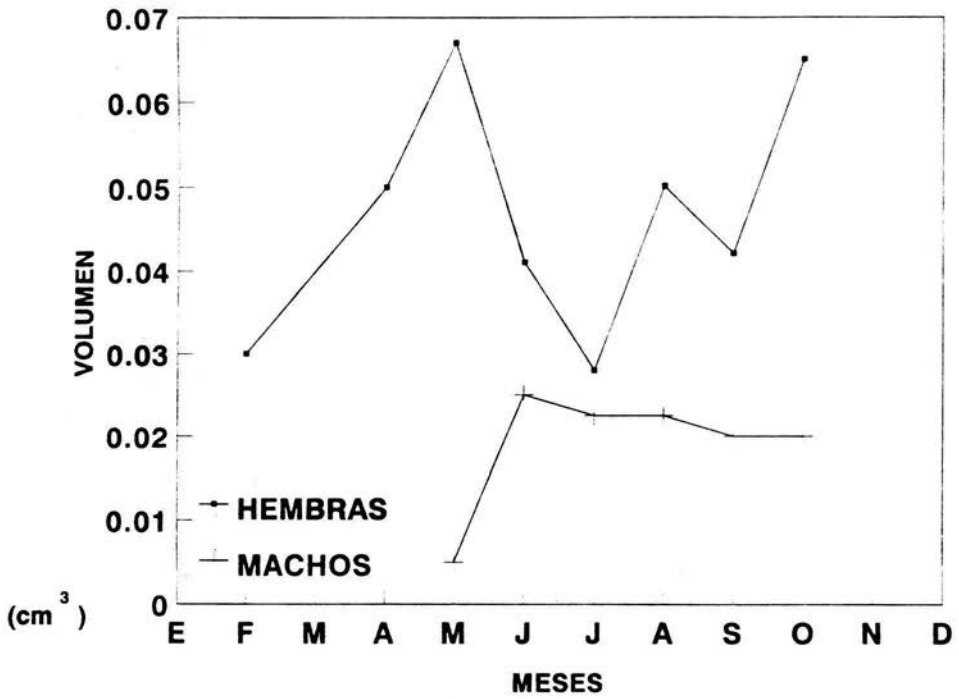


FIG. 9. VARIACION EN EL VOLUMEN ALIMENTARIO DE HEMBRAS Y MACHOS

decrece ligeramente en julio y se mantiene nuevamente alto en octubre.

En la temporada de primavera se encontraron volúmenes bajos de alimento, en tanto que en el otoño se presentaron valores altos. La cantidad de alimento ingerido por las hembras mostraron que en los meses de invierno hay valores bajos de contenido estomacal; se observó que tanto machos como hembras consumieron colémbolos, araneae, diplópodos, díptera, coleóptera y chilópodos; por otro lado, se presentó una respuesta favorable entre la alimentación y la época de lluvias, ya que se observaron estómagos repletos de alimento en esta temporada.

#### *Reproducción.*

##### *Machos.*

*P. leprosa* tiene testículos multilobulados, los organismos con una LHC de 40 a 50 mm mostraron 2 lóbulos, entre 45 a 55 mm exhibieron 4 lóbulos y entre 50 a 60 mm presentaron de 5 a 6 lóbulos, como se observa en la Figura 10. En organismos menores de 33.5 mm de LHC fue difícil reconocer el sexo por el grado de inmadurez en que se encontraban; sin embargo, parece ser que los machos de *P. leprosa* alcanzan su madurez sexual a los 47 mm de LHC.

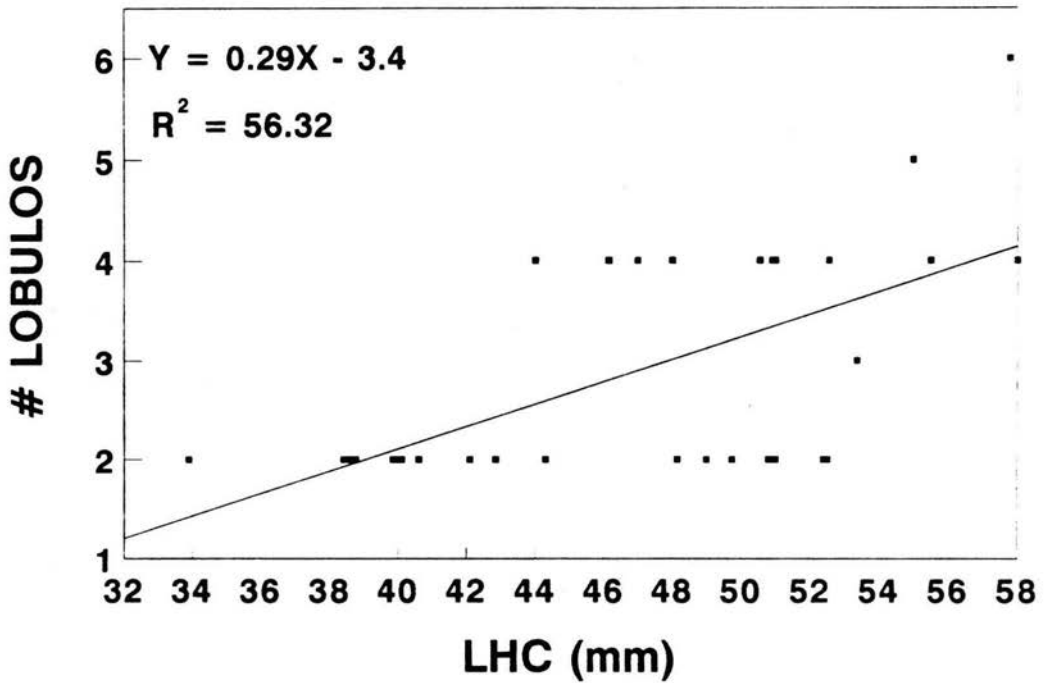
El ciclo reproductor de los machos se ilustra en la Figura 11A y en la Figura 12. Las variaciones en el índice somático testicular (IST) no muestran cambios significativos durante el ciclo anual: ( $F(4,25) = 1.181$ ,  $p = 0.3432$ ); sin embargo, el porcentaje de machos con actividad testicular indica que existen varios grupos. De acuerdo con los volúmenes observados se definió el desarrollo testicular de *P. leprosa* en tres estadios:

Estadio I.  $0.1340$  a  $38 \text{ mm}^3$ .

Estadio II.  $40$  a  $150 \text{ mm}^3$ .

Estadio III.  $151$  a  $370 \text{ mm}^3$ .

En el Estadio I.- se ubicaron los organismos que se han definido como no reproductivos; en el Estadio II se encuentran los que están en fase de recrudescencia testicular; por último, en el Estadio III.- los organismos que mostraron un mayor volumen testicular.



**Fig. 10. RELACION ENTRE LA LONGITUD HOCICO-CLOACA DE LOS MACHOS Y EL NUMERO DE LOBULOS TESTICULARES**



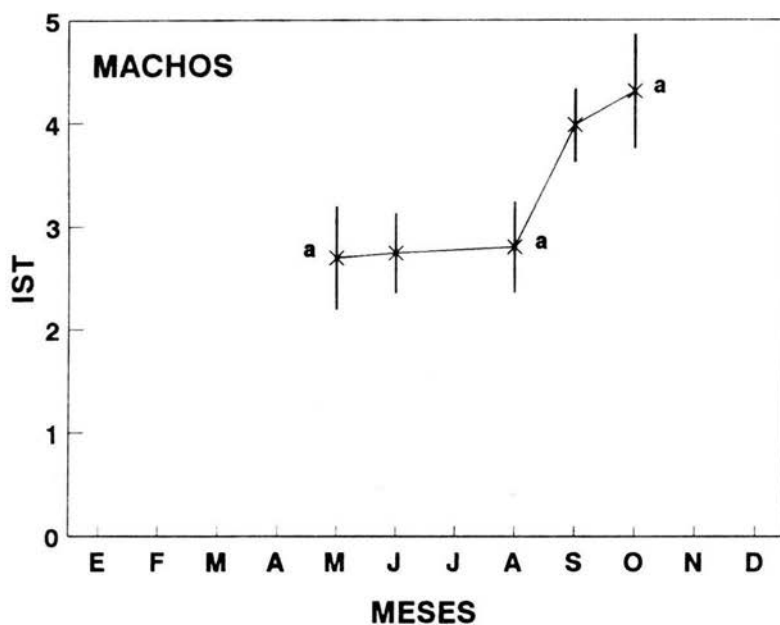


Fig. 11A. Índice Somático Testicular (IST), las letras no muestran cambios significativos.

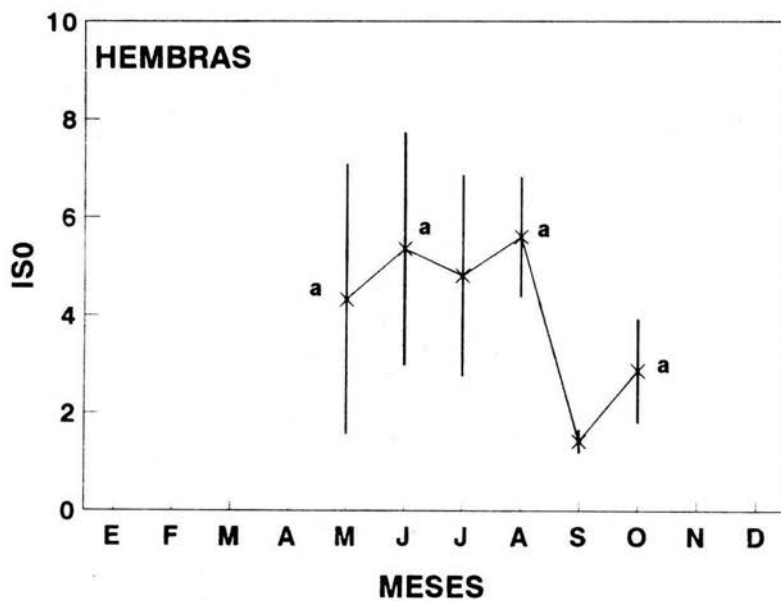


Fig. 11B. Variación del Índice Somático Ovárico (ISO) de *P. leprosa*. Las letras no muestran cambios significativos.

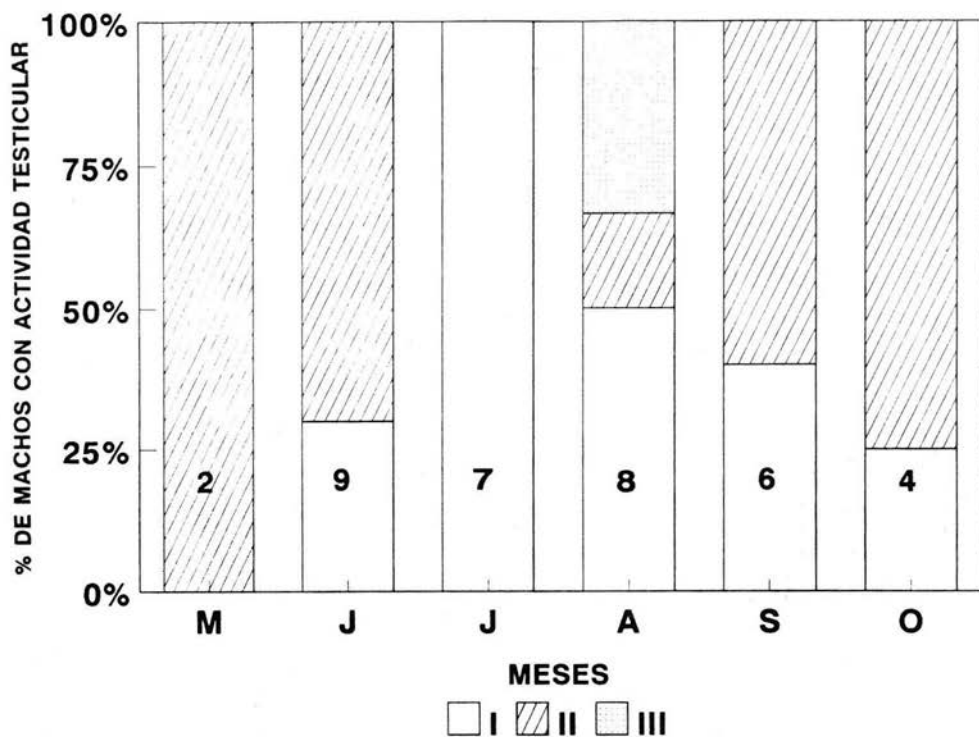


FIG.12. VARIACION DEL % DE MACHOS CON ACTIVIDAD TESTICULAR EN LA BASE SE INDICA EL No. DE ORGANISMOS

Con relación a la condición reproductiva de los machos, podemos decir que en mayo todos los organismos mostraron estadio II, en junio el 30% se encontró en estadio I, mientras que el 70% se localizaron en estadio II; en julio todos los organismos recolectados aparecen en estadio I, en agosto aproximadamente el 45% se presentó en estadio I, mientras que el 25% se halló en estadio II, un 30% aproximadamente en estadio III; en septiembre el 30% de los organismos se hallaron en estadio I y el 70% en estadio II, finalmente en octubre el 25% se presentó en estadio I y el 75% en estadio II.

En general, el 28.5% de los individuos se encontraron en estadio I, mientras que el 22.85% en estadio II y en estadio III se registró un 54.2%. La máxima actividad testicular se presentó en el mes de agosto.

#### *Glándula hedónica*

La glándula hedónica es un carácter sexual secundario que funciona durante la época reproductiva y estimula a la hembra durante el cortejo; en los machos de *P. leprosa* se puede observar la glándula hedónica bajo la mandíbula inferior, ésta fue más conspicua en el mes de agosto.

#### *Hembras*

Los ovarios de las salamandras inmaduras fueron más pequeños y menos compactos, mientras que los ovarios maduros fueron más compactos, éstos se presentaron en organismos con una LHC de 61 a 65 mm.

El número de lóbulos foliculares se encuentra definido por la ecuación de regresión:  $(y = 0.29 x - 3.4, p = 0.012, r = 0.7504)$  tal como puede observarse en la Figura 13.

El ciclo reproductor de las hembras aparece en la Figura 11B y en la Figura 14. Las variaciones en el índice somático ovárico (ISO) no muestran cambios significativos durante su ciclo anual:  $(F(5,34) = 1.650, p = 0.1736)$ , sin embargo el porcentaje de hembras con actividad folicular indica que existen varios grupos. De acuerdo con los volúmenes foliculares observados se definió el

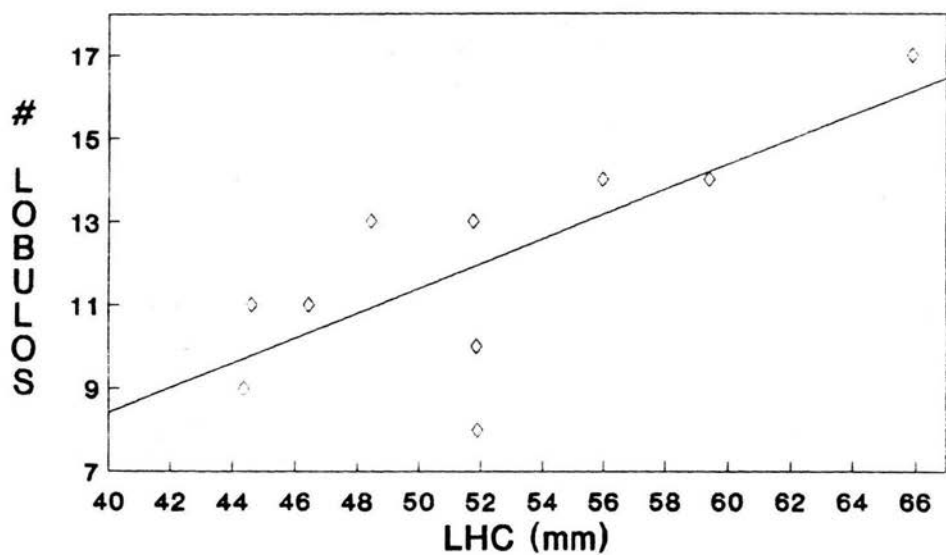


FIG. 13. RELACION ENTRE LA LHC Y EL NUMERO DE LOBULOS.

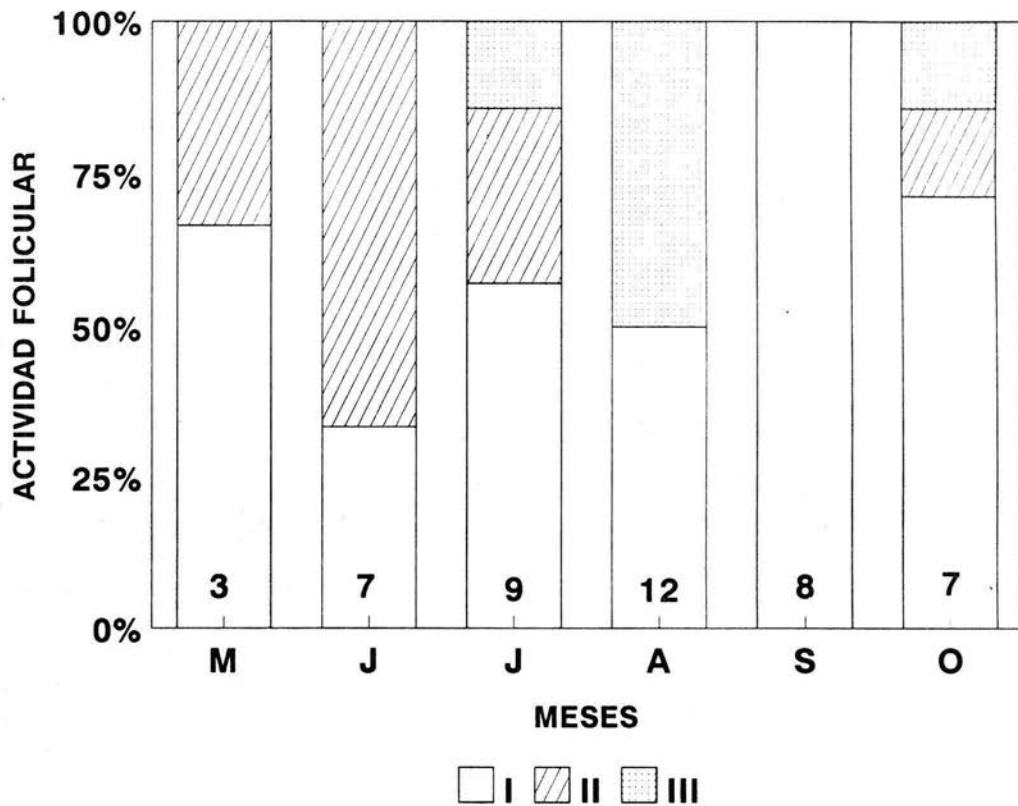


FIG. 14. VARIACION DEL % DE HEMBRAS CON ACTIVIDAD FOLICULAR EN LA BASE SE INDICA EL N<sup>o</sup>. DE ORGANISMOS

desarrollo ovárico de *P. leprosa* en tres estadios:

Estadio I.- 0.1795 a 24.42 mm<sup>3</sup> se encontraron hembras no reproductivas con folículos pequeños;

Estadio II.- 25 a 75 mm<sup>3</sup> hembras con folículos en vitelogénesis;

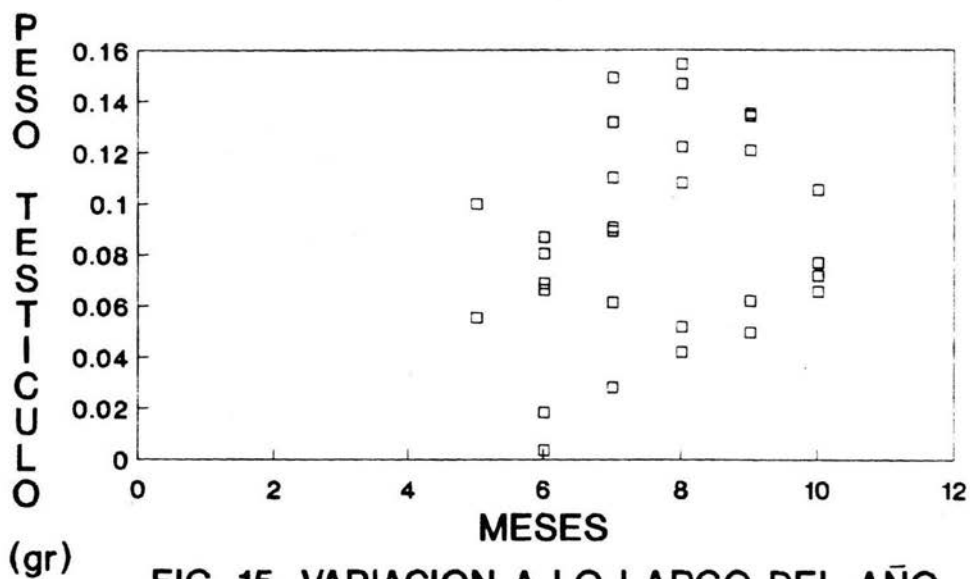
Estadio III.- 76 a 195 mm<sup>3</sup> hembras con folículos desarrollados.

La condición reproductiva de las hembras aparece en la Figura 14. En mayo el 65% de los organismos se hallaron en estadio I y el 35% en estadio II, en junio el 30% se localizaron en estadio I y el 70% en estadio II; en julio el 55% de los organismos se hallaron en estadio I, el 25% en estadio II y el 20% en estadio III, en agosto el 50% en estadio I y el 50% en estadio II, en septiembre el 100% se presentó en estadio I, en octubre el 75% de los organismos se encontró en estadio I, el 20% en estadio II y el 20% en estadio III.

En general, se observó el 69.3% en estadio I, mientras que en estadio II se hallaron un 12.25%, en estadio III se presentó un 17.3%. La mayor parte de las hembras maduras se localizaron en el verano y en el otoño, asimismo el oviducto se encontró espiralado en los meses de julio, agosto y octubre.

El ciclo gonadal no se encontró sincronizado entre los dos sexos, como se muestra en la Figura 11A en los machos por ejemplo no hay variación del IST de mayo al mes de julio, en agosto aumenta el índice y se conserva hasta el mes de octubre; en las hembras empieza a crecer en mayo, alcanzando en junio y en agosto dos máximos en el ISO, mientras que en el mes de septiembre se alcanzó su valor más bajo, el ciclo muestra una asincronía dentro de los sexos mismos, como puede observarse en la Figura 15 y 16 en el que se muestra el peso del testículo a lo largo del año, observándose la presencia de organismos con bajos pesos testiculares junto con los que mostraron altos pesos testiculares en el mismo mes; en relación a las hembras los pesos del ovario también muestran un patrón similar al de los machos, ya que también existen organismos con pesos ováricos bajos junto a los que presentaron pesos ováricos altos.

*Dimorfismo sexual.*- Las hembras de *P. leprosa* mostraron una LHC de 47.9 mm, en tanto los machos adultos la LHC fue de 47.1 mm, de



**FIG. 15. VARIACION A LO LARGO DEL AÑO DEL PESO TESTICULAR. PARA EXPLICACION VER EL TEXTO.**

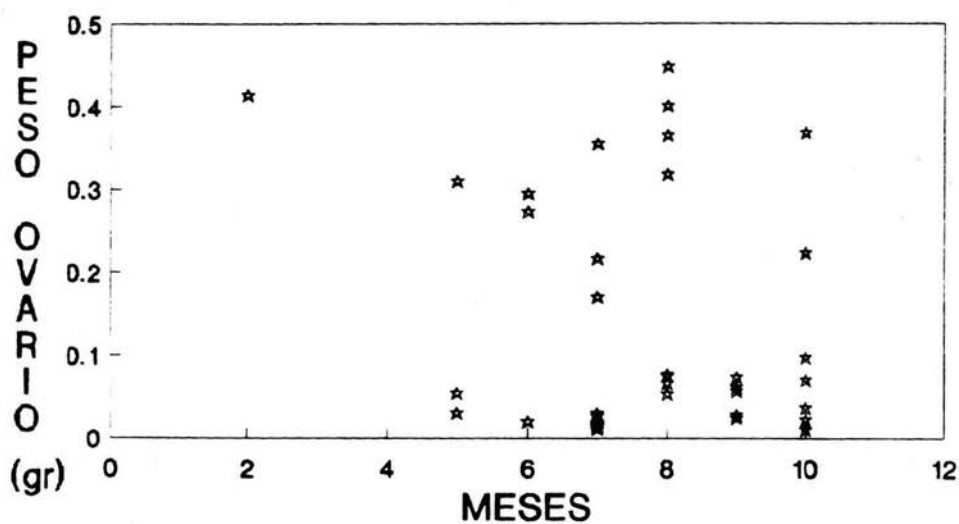


FIG. 16. VARIACION DEL PESO OVARICO A LO LARGO DEL AÑO. PARA EXPLICACION VER EL TEXTO.



acuerdo a la prueba de  $t$ , no mostró una variación significativa a lo largo del año, presentó los siguientes valores ( $t = 1.09851$ , g.l. = 83,  $p = 0.27$ ), como se muestra en la Figura 17.

#### *Índice de Condición Física (ICF)*

##### *ICF Machos.*

El ICF en los machos mostró una variación significativa a lo largo del año ( $F(5,30) = 6.542$ ,  $p = 0.0003$ ), Figura 18A. En mayo empezó a decrecer y alcanzó su valor más bajo en junio e inmediatamente empezó a incrementarse en agosto, disminuyó en septiembre y continuó descendiendo hasta octubre cuando obtuvo su valor más bajo. La gráfica muestra en mayo, septiembre y octubre un grupo de edad muy diferente a los que se presentaron en junio y julio, mientras que en agosto se encontró un grupo de machos con un ICF alto diferente al resto de los individuos de los otros meses.

##### *ICF Hembras*

El índice de condición física (ICF) en las hembras, como se observa en la Figura 18B, mostró una variación significativa a lo largo del año, ( $F(5,35) = 4.426$ ,  $p = 0.0031$ ). En el mes de febrero hubo un incremento, sin embargo en marzo y abril fue descendiendo considerablemente. Su valor más bajo se presentó en mayo, julio y septiembre; incrementándose en agosto y octubre. el ICF presentó un valor alto en el mes octubre: se puede observar en la misma gráfica que en mayo, junio y julio pertenecen a una misma clase de edad, mientras que en agosto y en octubre corresponden a una segunda clase de edad, según lo indica su ICF.

##### *Cuerpos Grasos.*

Los cuerpos grasos de *P. leprosa* son estructuras que se extienden a todo lo largo del celoma, se encuentran adheridas a la pared media dorsal por un mesenterio, son de color amarillo brillante cuando el organismo está vivo, pero ya fijadas estas estructuras son de color amarillo pálido.

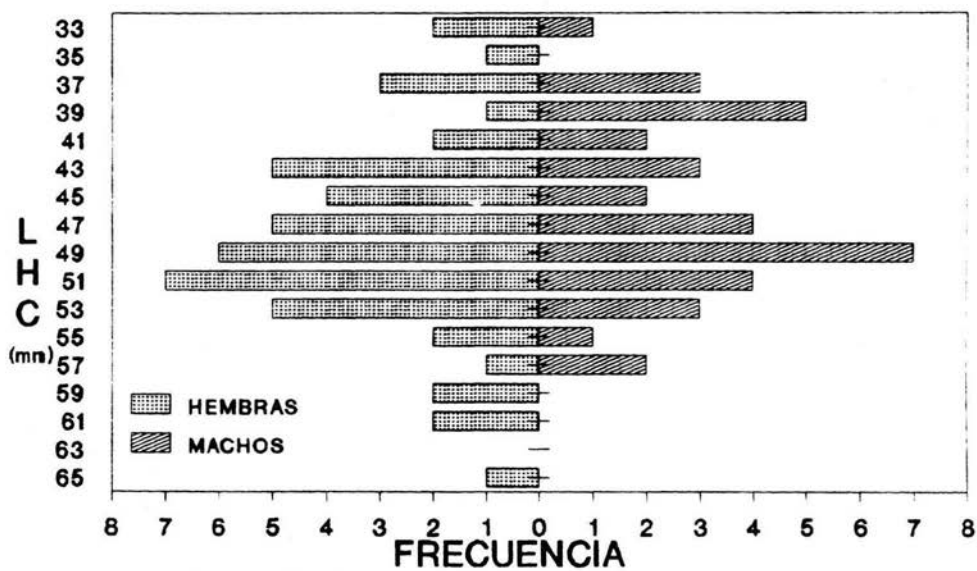
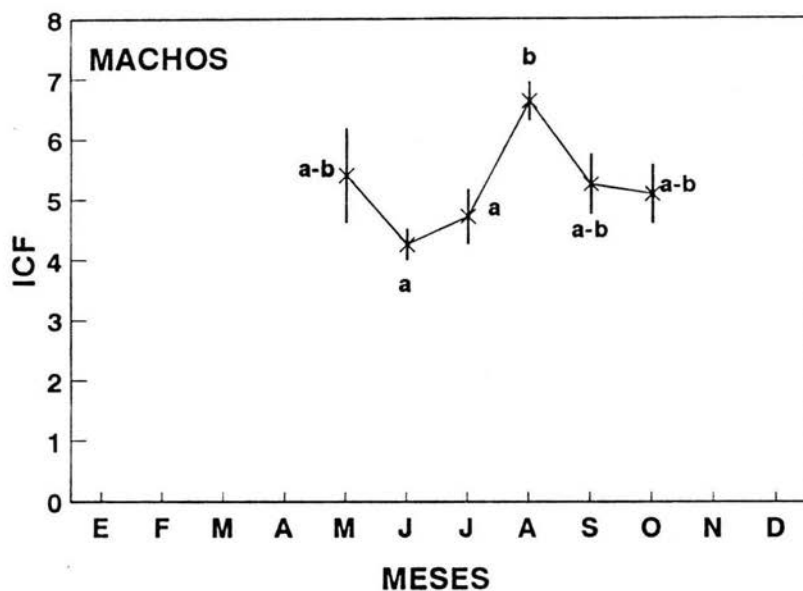
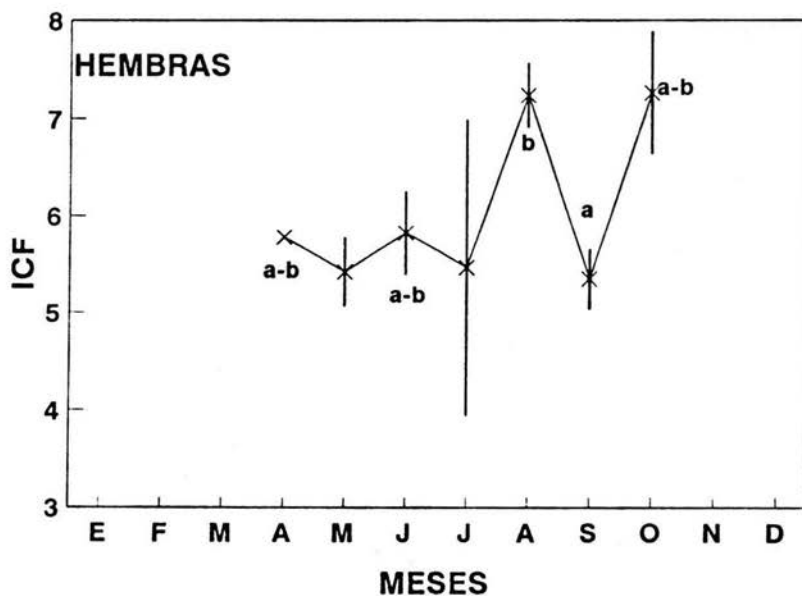


FIG. 17. HISTOGRAMA. RELACION ENTRE LA LHC DE HEMBRAS Y MACHOS



**Fig. 18A. Variación del ICF. Los cambios de letra indican diferencias significativas.**



**Fig. 18B. Índice de Condición Física de hembras. Los cambios de letra indican diferencias significativas.**

#### *ISCG Machos.*

El ISCG de los machos, como se muestra en la Figura 19A, no se observaron cambios significativos ( $F(5,24) = 1.044$ ,  $p = 0.4153$ ), una vez que salen de la hibernación su valor fue alto en el mes de mayo, alcanzando sus valores más bajos en el mes de julio, para posteriormente incrementarse en el mes de agosto y permanecer así hasta el mes de octubre.

#### *ISCG Hembras.*

El ISCG de las hembras como se puede ver en la Figura 19B, mostró cambios significativos según la siguiente relación ( $F(5,33) = 2.863$ ,  $p = 0.0296$ ). Los resultados mostraron en mayo un incremento en el ISCG en las hembras, alcanzando un punto máximo en el mes de junio para decaer considerablemente en julio y septiembre respectivamente, donde alcanza su valor más bajo para empezar a crecer nuevamente y obtener un máximo en agosto, el cual no es de la misma magnitud que el de junio. Se mantiene finalmente alto en octubre.

#### *Hígado.*

##### *ISH Machos.*

En el ISH los cambios fueron significativos ( $F(4,26) = 2.711$ ,  $p = 0.0520$ ). Una vez que salen de la hibernación el peso del hígado fue máximo en el mes de junio y disminuyó en forma considerable en julio, aumenta de nuevo en agosto para reducir sus valores inmediatamente, como puede observarse en la Figura 20A.

##### *ISH Hembras.*

El índice somático del hígado (ISH) de las hembras no muestra cambios significativos ( $F(5,30) = 2.082$ ,  $p = 0.0954$ ), ver Figura 20B. El peso del hígado fue alto en mayo, decreció considerablemente en julio para volver a aumentar en agosto y alcanzar su valor más alto en septiembre, se mantuvo alto en octubre.

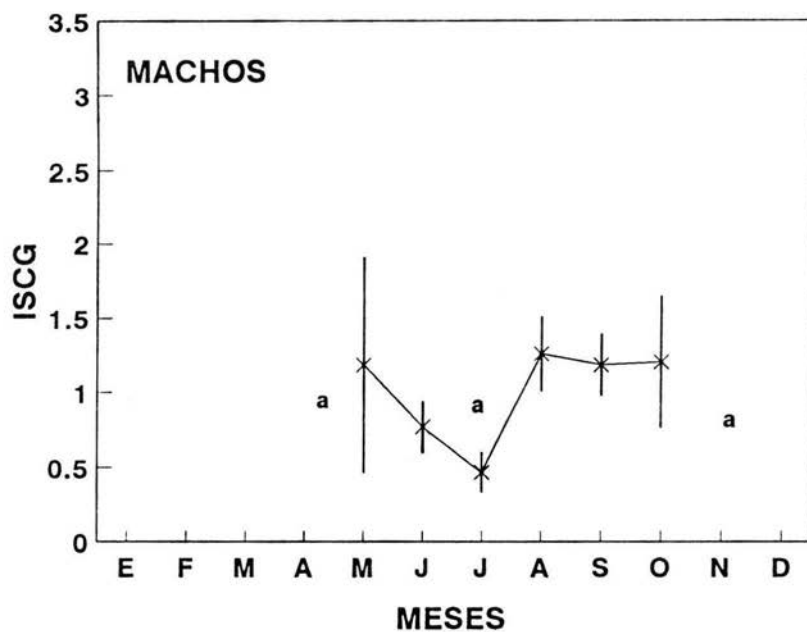


Fig. 19A. Variación del ISCG. Las letras no muestran cambios significativos.

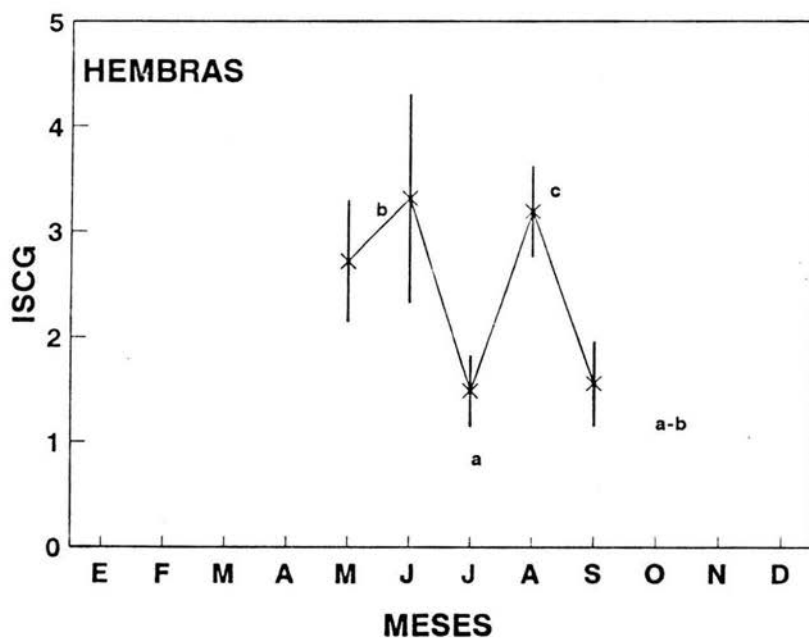


Fig. 19B. Variación del ISCG. Las letras indican valores significativamente diferentes.

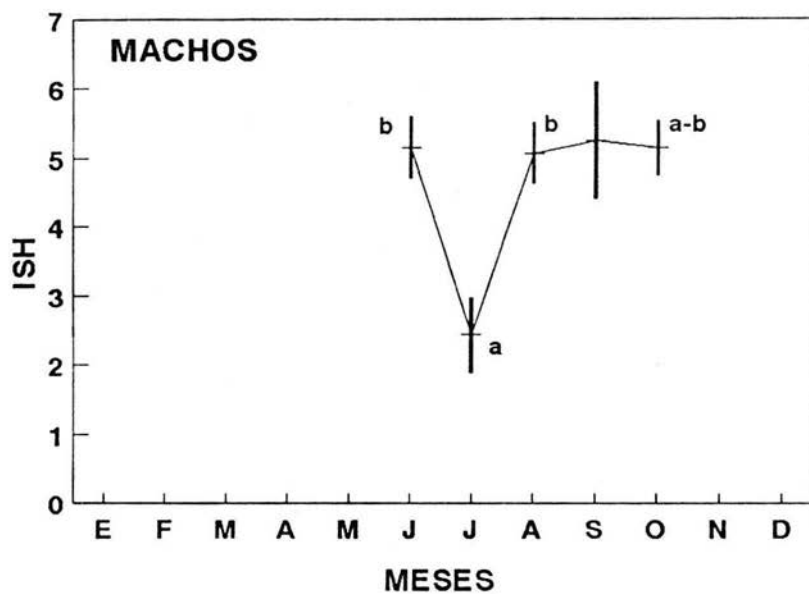


Fig. 20 A. Variación del Índice Somático del Hígado. Los cambios de letra indican diferencias significativas.

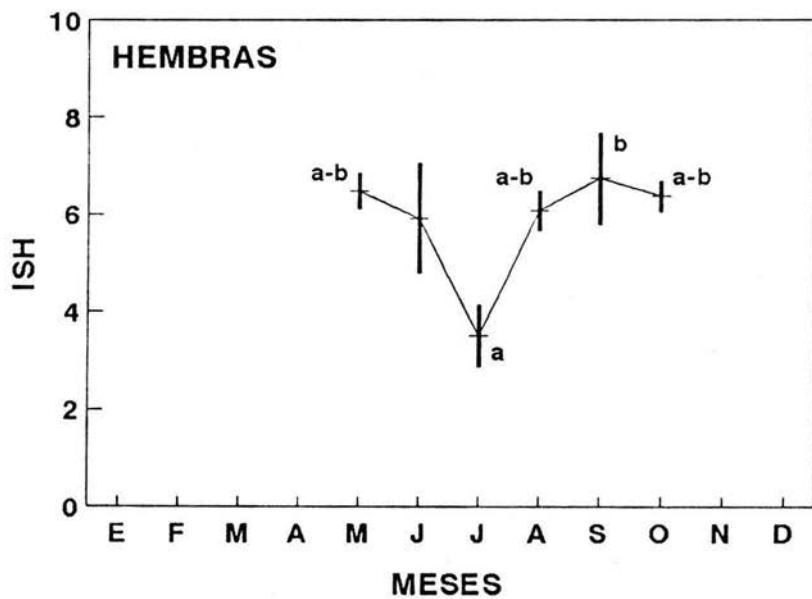


Fig. 20 B. Variación del ISH a lo largo del año. Los cambios de letra indican diferencias significativas.

En julio el índice somático del hígado en ambos sexos se reduce considerablemente.

#### *Factores ambientales.*

La mayor parte de los organismos presentaron actividad desde el mes de mayo que registró una temperatura de  $9.7^{\circ}\text{C}$  hasta el mes de octubre con una temperatura media de  $8^{\circ}\text{C}$ . La precipitación pluvial más alta registrada en el mes de agosto fue de 293 mm, mientras que el fotoperíodo más alto se presentó en junio con 13.25 hrs; no se encontraron adultos de noviembre al mes de abril, la temperatura mínima en este período fue de  $5.5^{\circ}\text{C}$  en enero, con un fotoperíodo de 10.95 hrs en diciembre y una precipitación pluvial en enero de 8 mm (Ob. Met. Nac. 1975 - 1982).

En relación a la alimentación, el verano y el otoño constituyeron las épocas más favorables para su alimentación, ya que es donde se concentraron los valores más altos de temperatura en el mes de mayo y donde se inició propiamente la época de lluvias, en el mes de agosto en particular se presentó la máxima precipitación pluvial.

En el aspecto reproductivo, el porcentaje de machos con actividad testicular se ubicó en mayo; asimismo, se encontró la temperatura más alta del año, en este periodo se concentran los valores más importantes de precipitación pluvial, en agosto se encontraron los 3 estadios de desarrollo con actividad reproductiva máxima, coinciden a su vez con la máxima precipitación pluvial de 293 mm, una temperatura de  $9^{\circ}\text{C}$  y una fotofase de 12.62 hrs. En septiembre y en octubre cuando se reducen sus valores de precipitación y de temperatura los machos presentaron estadio I y II.

En relación a las hembras, en mayo y junio se encontraron en estadio I y II, esto coincide con el incremento de la precipitación pluvial y la temperatura más alta registrada. En julio cuando presentan folículos desarrollados se registró una precipitación pluvial de  $257\text{ mm}^3$ , con una temperatura de  $8.75^{\circ}\text{C}$  y 13.12 hrs; en agosto cuando se encontraron hembras con folículos desarrollados, se observó una máxima precipitación pluvial 293 mm, en octubre se hallaron nuevamente en los 3 estadios, la

precipitación pluvial decreció a 72 mm<sup>a</sup>, la temperatura fue de 8 °C y 11.60 hrs de fotoperíodo.

En junio y julio se encontraron machos con el ICF más bajo, esto coincidió con la precipitación pluvial y fotoperíodo más alto registrado. El mayor ICF se ubicó en agosto, mes que presentó una precipitación alta de 293 mm, una temperatura de 9 °C y 12.62 hrs; en septiembre y octubre se encontró un grupo de organismos con un rango muy similar de ICF, coincide con la declinación de las lluvias y del fotoperíodo.

El incremento de las lluvias coincide con la presencia de hembras con un ICF intermedio, mientras que el máximo se situó en agosto en donde se presentan los valores principales de las lluvias y la declinación del fotoperíodo, el ICF más bajo coincide con la declinación de las lluvias.

En relación al ISCG de los machos se observó que cuando empiezan a aumentar las lluvias, el índice disminuye y alcanza su valor más bajo en julio donde se ubicó una precipitación pluvial de 257 mm, una temperatura de 8.75 °C, el índice vuelve a incrementarse en agosto cuando la temperatura aumenta, en septiembre y en octubre no hay variación en el ISCG.

Los valores más altos del ISCG de las hembras se observó en los meses de junio y agosto, la precipitación pluvial en general fue alta, la temperatura osciló entre 9 y 9.3 °C, el ISCG más bajo fue en julio y en septiembre con una precipitación entre 257 a 261 mm, una temperatura entre 8.5 a 8.75 °C y un fotoperíodo entre 12.20 a 13.12 hrs.

En relación al ISH de machos y de hembras se observó que los valores más bajos corresponden a una precipitación pluvial de 257 mm, una temperatura de 8.75 °C, con un fotoperíodo de 13.12 hrs; en junio y en agosto los valores más altos del ISH coinciden a los valores más altos de lluvia, de temperatura y de fotoperíodo.



## Discusión

El dimorfismo sexual se relaciona con varios factores ambientales, conductuales y morfológicos. Fitch (1978) menciona que cuando los machos son iguales a las hembras en talla se establece una competencia intensa entre los machos, que tienden a ser territoriales (Halliday, 1980). *P. leprosa* no mostró variación significativa entre los sexos en relación a su LHC.

*Pseudoeurycea leprosa* ocupó 4 microhábitats, los más importantes fueron los troncos macizos rasantes y los troncos podridos, seguido de la corteza y hojarasca; mientras que los tocones y las rocas no se utilizaron, esta distribución coincide con lo observado por Lemos y Franco (1984), Lemos y Amaya (1985) y Eliosa (op. cit.). Los troncos macizos sirven de refugio contra los depredadores así como para alimentarse, mientras que los tocones y las rocas no se utilizaron seguramente porque no reúnen las condiciones necesarias para la sobrevivencia de las salamandras, a diferencia de *P. belli* que habita en rocas pequeñas y planas (Gallina, op. cit.).

La humedad del suelo constituye un factor importante en la distribución de las salamandras (Heatwole, 1961; Taub, 1961; Jaeger, 1971b). En cuanto a los microhábitats que han registrado una mayor concentración de organismos se encuentran los troncos y la madera en putrefacción con una humedad entre 70 a 80% (Eliosa, op. cit.).

A nivel de sexo, las hembras y los machos ocuparon 3 microhábitats; el más importante para las hembras y los machos fueron los troncos macizos, mientras que para las hembras fueron más importantes los troncos podridos y la corteza; para los machos destacan la corteza y la hojarasca, esta diferencia se puede comprender al considerar la humedad en estos microhábitats. Se han registrado humedades comprendidas en el intervalo de 70 a 85% en los troncos podridos (Eliosa, op. cit.). Por clase de edad, los adultos ocuparon 4 microhábitats, mientras que los jóvenes y las crías ocuparon 3 microhábitats, para todas las clases de

edad los troncos macizos constituyen un hábitat muy importante.

Los adultos ocuparon la corteza y los troncos podridos, los jóvenes únicamente los troncos podridos, en tanto que las crías se distribuyeron tanto en la corteza como los troncos podridos.

Los troncos macizos y los troncos podridos constituyen microhábitats muy importantes para todas las clases de edad, son hábitats que presentan una gran capacidad de retención de humedad 75% mayor a la que ofrecen los otros microhábitats (Eliosa, *op. cit.*).

Los pletodóntidos usan varios mecanismos defensivos como el morfológico, secreciones tóxicas, coloración e inmovilidad; *P. leprosa* se inmoviliza como sucede en *Batrachoseps attenuatus* y *Plethodon aneus* (Brodie, *et. al.*, 1974), pese a que se encuentran rodeados de ambientes húmedos y fríos pueden permanecer inactivos, esto posiblemente reduce al máximo sus gastos energéticos, también emplea la autotomía de la cola, característico de los predadores nocturnos como en el caso de *Pseudoeurycea rex* (Brodie, *op. cit.*), esta especie es de hábitos fosoriales, se le ha encontrado a un metro de profundidad aproximadamente (Sánchez, *op. cit.*), se retira a sus refugios en la época seca del año, de noviembre al mes de abril, es particularmente parecido a los que exhiben otras especies del grupo como *Plethodon cinereus* y *P. richmondi* (Jaeger, 1972; Fraser, 1976 a,b).

*P. leprosa* muestra mayor movilidad en la época húmeda del año, en cambio en los meses muy cercanos a la sequía reduce notablemente su locomoción. Los jóvenes presentan una mayor movilidad a temperaturas y humedades bajas que los adultos, sin embargo un ambiente más seco afecta de manera notable la locomoción de los adultos.

*P. leprosa* posee una gran capacidad de adaptación para disponer de las reservas presentes en el área (Eliosa, *op. cit.*).

La dieta de la salamandra *P. leprosa* es insectívora, consumen principalmente colémbolos, coleópteros y dípteros, además de arañas, diplópodos y chilópodos; sin embargo, las presas que constituyen un nivel bajo en la dieta fueron larvas de lepidópteros, homópteros e himenópteros.

El mayor índice de importancia lo tuvieron las arañas, los chilópodos y los colémbolos (Cuadro 2); además de coleópteros y dípteros, aspecto muy similar a lo que se ha observado en *P. belli*, especie que prefiere los coleópteros y los dípteros y dentro de los invertebrados no insectos a los ácaros, arañas y los diplópodos (Gallina, op. cit.) a diferencia de *P. leprosa* que consume en menor proporción a los diplópodos e himenópteros.

La alimentación estacional que presenta *P. leprosa* es importante en primavera con 6 taxas, así como en el verano y en el otoño con 7 taxas y en el invierno 2. Es importante destacar que las arañas sobresalen en importancia desde la primavera hasta el verano.

El verano y el otoño constituyen épocas muy productivas se observa una gran diversidad y abundancia de insectos en esta temporada (Gutiérrez y Sánchez, 1986).

Las arañas se incrementaron en primavera y alcanzaron un máximo en otoño, los dípteros muestran una distribución irregular en las estaciones, alcanza su valor importante en el otoño, mientras que los coleópteros destacan en el verano. Los diplópodos muestran una diferencia estacional desde la primavera hasta el otoño, lo que indica que fueron más accesibles y abundantes de una estación a otra; sin embargo, las larvas de Geometridae fueron más numerosas a fines de verano que en la primavera.

En la primavera, verano y otoño se encontraron los taxas mejor representados, mientras que en el invierno sólo se encontraron 2 taxas (Cuadro 3). En primavera las arañas y los insectos fueron los más importantes, destacando tres órdenes: díptera, coleóptera y colémbola. En el verano y en el otoño se presentó una gran ingestión de presas (7 taxas), las presas más importantes en estas dos temporadas fueron las arañas, los coleópteros, colémbolos y chilópodos, debido a que existe una gran disposición de presas en esta temporada (Gutiérrez y Sánchez, op. cit.). No existe diferencia significativa en los hábitos alimentarios en verano y en otoño en la población, ya que se consumieron los mismos taxas.

En general, los insectos fueron muy abundantes en el verano y en el otoño, mientras que los valores bajos de contenido estomacal coincide con una menor disponibilidad de insectos en invierno (Gutiérrez y Sánchez, *op. cit.*).

En el invierno ingieren mayor cantidad de colémbolos y chilópodos, la ingestión de colémbolos se incrementó en el otoño, Whittaker (1952), menciona que este taxa abunda en zonas elevadas.

Ambos sexos ingieren los mismos órdenes de insectos, consumen coleópteros durante todo el año de manera constante, además de dípteros y colémbolos. Los taxas predominantes para las hembras fueron las arañas y los chilópodos en todas las estaciones del año, mientras que los colémbolos y larvas de lepidópteros destacaron más en el otoño; en tanto que los machos prefirieron homópteros.

Ambos sexos consumieron arañas y colémbolos durante todo el año, en general no existe diferencia significativa en los hábitos alimentarios entre los sexos. Los insectos adultos fueron más abundantes que en estado larval y huevo; las presas preferidas fueron las arañas, chilópodos, colémbolos, coleópteros y dípteros.

La materia vegetal fue consumida de forma irregular en los diferentes meses por hembras y machos.

En el caso de machos y hembras el volumen del alimento ingerido se incrementó de mayo a octubre, con una tendencia a decrecer en julio, en el caso de éstas últimas.

Las arañas, chilópodos y los colémbolos fueron parte fundamental en todas las clases de edad, mientras que los menos importantes fueron los diplópodos.

En los jóvenes se encontraron 3 órdenes de insectos: colémbolos, coleópteros y dípteros, además de arañas, diplópoda y chilópoda.

Un alimento básico fueron las arañas, colémbola y coleóptera en todas las clases de edad, se observa que las salamandras jóvenes ingieren los mismos órdenes que las salamandras adultas, lo que indica que se encuentran disponibles en el medio donde se localizan, pero es evidente la diferencia en talla de las presas que prefieren los adultos y los jóvenes, esto indica una competencia entre las diferentes clases de edad; sin embargo, son

necesarios estudios a futuro para esclarecer esto, ya que se ha comprobado la existencia de una competencia interespecífica en comunidades de salamandras (Lynch, et. al., 1985).

Consumen presas cuando las condiciones de humedad son favorables (Jaeger, 1980a) y lo almacenan para usarlo en la época seca. En la época seca se reduce la predación y la movilidad de las salamandras (Fraser, 1976b), hay poca ingestión de presas porque la movilidad de las salamandras se reduce (Jaeger, 1972).

*Plethodon richmondi*, *P. cinereus*, *Desmognathus fuscus*, *Eurycea bislineata* son organismos eurifágicos (Jaeger, op. cit., 1972; Bury y Martin, 1973; Burton, 1976). *P. leprosa* es un predador eurifágico como otros pletodóntidos ya que consume una gran variedad de presas.

*P. leprosa* muestra mayor movilidad en la época húmeda del año, época que propicia mayor disponibilidad de alimento, lo que le permite seguramente capturar sus presas; en otros pletodóntidos se ha determinado que consumen a sus presas cuando las condiciones de humedad son favorables (Jaeger, 1980b), en cambio en los meses muy cercanos a la sequía reduce notablemente su locomoción y la predación (Fraser, 1976b; Jaeger, op. cit., 1972). Se inactivan de noviembre al mes de abril.

La estrategia reproductiva de un organismo depende de la disponibilidad de alimento, factores que incrementan la predación y producen una respuesta en los organismos ya que propician una gran cantidad de puestas.

### Reproducción

*P. leprosa* presenta una reproducción estacional, asincrónico, como ocurre en otros pletodóntidos de zonas templadas (Lofts, 1974).

Los jóvenes muestran poca diferenciación sexual, se reconocen

por su talla pequeña, mientras que los adultos van de 50 a 60 mm de LHC, presentan de 5 a 6 lóbulos y entre 40 a 50 mm presentan 2 lóbulos, esto seguramente indica que se forman progresivamente en relación a la estación reproductiva (Organ, 1961a), también se usa como un patrón para determinar la edad reproductiva de algunas salamandras (Humphrey, op. cit., 1927). El índice somático testicular y el volumen testicular revelan que la máxima temporada de actividad sexual ocurre en el mes de agosto. Los organismos no reproductivos generalmente presentan un volumen menor a 38 mm<sup>3</sup>, se ubicaron de junio a octubre; sin embargo, alcanzan un máximo en su actividad testicular a los 370 mm<sup>3</sup>. La glándula hedónica es un carácter sexual secundario, se usa durante el cortejo, se encontró definida perfectamente en agosto en todos los organismos maduros sexualmente, es decir muestra cierta estacionalidad como en el caso de *Eurycea quadridigitata* (Truffelli, 1954; Sever, 1975, 1976a,b).

Los vasos deferentes presentan un desarrollo estacional y reflejan el esperma maduro que se ha producido. En *P. leprosa*, los vasos deferentes se ven desarrollados perfectamente en agosto. La madurez sexual se puede determinar por el tamaño de los ovarios (Brandon, 1970) y de los oviductos (Lotter, 1978); los ovarios maduros fueron más compactos en hembras entre 61 a 65 mm. Las hembras con actividad folicular máxima se encuentran entre 76 a 195 mm<sup>3</sup>, la presencia de folículos bien desarrollados se observó en agosto y en octubre. El ciclo gonadal no se encuentra sincronizado entre los dos sexos ni dentro del mismo sexo, ya que se encontraron a lo largo del año machos y hembras con altos y bajos pesos testiculares u ováricos. Este desfase hace suponer que las hembras seguramente almacenan el esperma en una estructura llamada espermateca, la cual llega a mantenerlo viable por varios meses, como sucede en otros pletodóntidos (Sever, 1978; Noble, op. cit.).

*P. leprosa* presenta fertilización interna y la transferencia de espermatozoides se realiza por medio de un espermatóforo, el cual varía de forma entre las diferentes especies, en *Desmognathus*, *Eurycea*, *Gyrinophilus* y *Pseudotriton* es parecido a un hongo (Salthe, 1967; Parker, 1984; Organ, et. al., 1963; Noble,

op. cit.), en la especie en estudio aún no se conoce su forma.

El periodo de incubación es muy variable de acuerdo a la especie, en *Plethodon cinereus* presenta un periodo de incubación de 20 a 90 días (Werner, 1971). En *P. leprosa*, de acuerdo a la máxima actividad folicular y al nacimiento de las crías en septiembre, existen un lapso de 30 a 60 días para realizar el proceso de incubación.

Se encontraron algunas puestas de *P. leprosa* en los troncos de los arboles en noviembre; sin embargo no se logró observar en ningún caso la presencia de adultos junto con ellos, su aspecto fue muy similar a las salamandras *Plethodon welleri* y *P. cinereus* (Organ, 1960a), que presentan huevos esféricos y transparentes; en los troncos logran absorber agua para su sobrevivencia (Heatwole, 1961), incluso en otras salamandras se ha descubierto que secretan sustancias antibióticas, que protegen a los huevos contra el crecimiento fungal, esto se ha observado en las salamandras *D. fuscus* y *D. ochrophaeus*, cuando colocan su región gular sobre los huevos (Tilley, 1972). Una puesta se localizó en el otoño como ocurre en especies de zonas templadas, un ejemplo fue en *Desmognathus ochrophaeus* (Tilley y Hausman, 1976), mientras que *P. rex* muestra un patron estacional de oviposición (Taylor y Guttman, 1977).

En *Pseudotriton montanus montanus* y *P. ruber ruber* los huevos se han encontrado en noviembre (Bishop, op. cit.), en cambio en *Desmognathus fuscus brimleyorum* y *D. ochrophaeus ochrophaeus* se han encontrado en agosto. La puesta en *Aneides aeneus* consta de 19 huevos (Walker, 1941). En *Plethodon richmondi* consta de 9 a 15 huevos (Wood, 1945), en *Pseudotriton porphyriticus* la puesta consta de 66 huevos (Organ, 1961b).

Los huevos pueden ser pigmentados o no pigmentados con una gran cantidad de vitelo (Dunn, 1923; Smith, et. al., 1968), se llegan a encontrar separados o adheridos en grupos de 3 ó 4 como en el caso de *Pseudoeurycea belli*, que miden de 4.6 a 6.5 mm. En junio la hembra contenía 36 huevos (Duellman, 1961). En *P. rex* tiene una puesta de 13 huevos con un diámetro de 3 mm, en *P. goebeli* pone 23 huevos que presentan un diámetro de 3.75 mm y *P. brunata* pone 21 huevos que miden 3.75 mm (Houck, op. cit.).

Pueden presentarse agrupados y adheridos a un soporte como en *Plethodon cinereus* o depositados en una masa compacta como en *D. fuscus fuscus* (Bishop, op. cit.). Se han encontrado huevos pedunculados en *Batrachoseps pacificus mayor* (Davis, 1952). En *Plethodon cinereus* las hembras mantienen contacto con sus huevos (Higthon y Savage, 1961).

Las crías de *P. leprosa* nacen en la época de sequía, es decir de septiembre al mes de abril, meses en los que declinan las lluvias, usan las reservas almacenadas durante el desarrollo embrionario, mientras que los jóvenes de *P. rex* emergen de noviembre a diciembre (Taylor y Guttman, op. cit.) y en *Plethodon cinereus* los jóvenes nacen empezando la época de lluvias (Werner, op. cit.). El cortejo y el apareamiento en *P. leprosa* puede ser asincrónico. En *Eurycea bislineata* tiene lugar en octubre o a principios de noviembre (Parker, 1984; Weichert, op. cit.). El olfato en las salamandras desempeña un papel importante en el cortejo, como en *Plethodon jordani metcalfi* (Organ, 1958).

#### ICF

El ICF varía a lo largo del año en ambos sexos alcanzando en las hembras su valor más bajo en mayo y junio, mientras que en los machos fue en junio y en octubre. La variación de este índice en ambos sexos posiblemente está asociada a los recursos alimentarios, ya que los valores más altos del ICF se ubican en la temporada de lluvias de julio a septiembre. En agosto se encontraron a las hembras y los machos con el mayor ICF, mes en donde se ubica la máxima actividad folicular y testicular, esto coincide con la máxima precipitación pluvial y el incremento en el volumen alimentario.

#### Cuerpos Grasos

Los cuerpos grasos son estructuras ricas en energía (Noble, 1931), cuando salen de la hibernación las hembras de *P. leprosa* presentan un valor alto en el ISCG, los lípidos contenidos en los cuerpos son muy importantes en actividades metabólicas y en el desarrollo folicular, especialmente en la vitelocénesis (Lupo di



Prisco, *et. al.*, 1971).

Los cuerpos grasos se ven significativamente reducidos en julio durante la época de lluvias. En septiembre existe una reducción importante, ya que en esta temporada hay una gran cantidad de alimento disponible, finalmente se mantiene alto su valor en octubre antes de la época de invierno.

Los cuerpos grasos por ser estructuras ligadas a las gónadas, se encuentran relacionadas con las hormonas esteroides, de ahí se presume que intervienen durante la reproducción, en ranas y sapos es donde más información existe al respecto (Lupo di Prisco, *et. al.*, 1973), sin embargo en salamandras es necesario llevar a cabo más estudios al respecto.

Los machos utilizan los cuerpos grasos al salir de la hibernación, con un valor alto en mayo, posteriormente esta energía se agota en julio ya que se emplea probablemente en el desarrollo testicular. Se incrementa, como puede observarse en la Fig 19A, inmediatamente en agosto y se mantiene así hasta octubre antes de iniciarse la invernación para usarse en actividades metabólicas o como reserva nutricional para la gónadas.

El agotamiento que sufren los cuerpos grasos en los machos en julio y en las hembras en el mismo mes y en septiembre se debe al incremento en la actividad gametogénica.

Rastogi y Chieffi (1970) experimentalmente han observado que al remover los cuerpos grasos causa atrofia testicular u ovárica, ya que las hormonas gonadotrópicas no pueden estimular a las gónadas en ausencia de los cuerpos grasos, como sucede en el tritón *Triturus viridescens* en donde hay una degeneración de los productos sexuales (Chieffi, *et. al.*, 1975; Lupo di Prisco, *op. cit.*, 1971). Por otro lado se ha observado que las salamandras tienen grandes acumulaciones de cuerpos grasos en la cola y debajo de la piel como en *Proteus* (Noble, *op. cit.*).

#### ISH

Los cambios que ocurren en el peso del hígado de las hembras de *P. leprosa* disminuye en julio y aumenta en verano y en otoño.

El valor alto en octubre hace suponer que se utiliza para la

manutención en invierno y otra parte se usa durante la vitelogénesis. Se observa una relación con el peso del hígado y una mayor actividad ovárica, lo que refleja una relación importante entre estos dos órganos.

En los machos, el peso del hígado fue máximo en junio y disminuyó en julio para incrementarse de agosto a octubre; la energía contenida en el hígado probablemente se usa en el invierno en actividades metabólicas.

El periodo de mayor actividad de esta especie se ubica de mayo a octubre, justamente cuando las condiciones ambientales son las mejores del año, especialmente los valores de precipitación pluvial y temperatura; las crías, sin embargo, se distribuyen de noviembre al mes de abril cuando las condiciones ambientales presentan los valores de precipitación pluvial y temperatura más bajas del año, la talla pequeña les permite ser más resistentes a condiciones ambientales más drásticas que los adultos.

Los factores ambientales no presentan una relación cuantitativa, sin embargo la temperatura se encuentra relacionada con el ISG de los machos como sucede en otros pletodóntidos e influye en su distribución (Taub, op. cit.); sobre todo en la distribución vertical que realizan para sobrevivir al invierno.

La severidad de éste determina la sobrevivencia de la salamandra *Plethodon*. En las capas inferiores encuentran un medio más estable en el cual sobrevivir (Vergerg, op. cit.). La temperatura del suelo y la humedad influyen en su hibernación.

## Conclusiones

El conocimiento sobre la biología general de las salamandras pletodóntidas en nuestro país es escaso y fragmentado, no obstante que se distribuyen en casi todo el territorio se les ha dado muy poca atención.

La zona de estudio se encuentra muy alterada por la tala inmoderada de árboles y la quema de pastizales, hábitats aún usados por éstas. Es necesario proteger las áreas naturales de nuestro país con el fin de coadyuvar en la sobrevivencia de nuestra fauna.

En ambos sexos no muestran variación significativa en la talla, esto hace suponer que existe una competencia intensa entre los machos por el territorio como lo plantea (Fitch, op. cit.); sin embargo, sobre este aspecto es importante profundizar más al respecto. *P. leprosa* ocupó 4 microhábitats, fue más abundante en los troncos macizos rasantes en donde se ha detectado una humedad entre 80 a 85% (Eliosa, op. cit.) y fue menos abundante en los troncos podridos, corteza y hojarasca; sin embargo, las crías se encontraron en los troncos macizos donde se registró una humedad entre 40 a 60%.

Los troncos macizos fueron muy importantes para ambos sexos, los machos se encontraron específicamente en la hojarasca, mientras que las hembras ocuparon los troncos podridos. Los jóvenes y las crías se encontraron en los troncos macizos, corteza y troncos podridos. *P. leprosa* es una especie de hábitos fosoriales, ya que permanece en sus refugios subterráneos de noviembre hasta abril; es decir, se retira de la superficie en los meses de invierno; sin embargo, presenta mayor movilidad en los meses cercanos a la temporada de lluvias, su conducta de escape consistió en sufrir autotomía de la cola e inmóvilidad, conducta que le permite reducir al máximo sus gastos energéticos, también observó arqueamiento de su cuerpo colocando la cabeza cerca de la cola.

Los adultos de *P. leprosa* se encuentran activos de mayo a octubre, en la época seca del año de noviembre a abril se refugian en medios subterráneos.

*P. leprosa* consume 9 taxas principales, sobresalen las arañas, chilópodos y los insectos (colémbolos, coleópteros, dípteros, himenópteros, homópteros, lepidópteros) y diplópodos.

Ambos sexos consumieron presas muy parecidas, las hembras mostraron una amplia gama en su preferencia alimentaria, consumieron chilópodos, arañas, dípteros y colémbolos, mientras que los machos consumieron colémbolos, coleópteros y arañas.

La ingestión de larvas de lepidópteros varía a lo largo del año. La población incrementó su alimentación en la época de lluvias, ya que se encontraron estómagos repletos de alimento en esta temporada. En el verano y en el otoño se encontraron 7 taxas, las presas más importantes fueron las arañas, coleópteros, colémbolos y chilópodos, épocas en la que existe una mayor abundancia y disposición de presas. En el invierno sólo se encontraron 2 taxas los chilópodos y los colémbolos, la temporada fría retarda la actividad alimentaria y la disposición de presas se reduce (Jaeger, 1972; 1980b).

Las hembras mostraron un incremento en su volumen alimentario en mayo y en octubre, seguramente hay una conversión inmediata de esta energía, la cual se canaliza en aspectos reproductivos y en la temporada de invierno. Los machos, por otro lado, observaron un incremento en su volumen alimentario en junio y en octubre antes de la hibernación.

Los machos entre 50 a 60 mm de LHC presentan mayor número de lóbulos testiculares. La máxima actividad testicular se alcanzó a los 370 mm<sup>3</sup>, el volumen testicular máximo se obtuvo en el mes de agosto. La glándula hedónica se encontró perfectamente definida de junio a septiembre, estructura que interviene en la atracción de la hembra.

Hembras mayores a 61 mm presentaron ovarios maduros, su máxima actividad folicular se ubicó en agosto y en octubre, con un valor de 195 mm<sup>3</sup>. El ciclo gonadal no se encuentra sincronizado entre lo sexos, ya que a lo largo del año se pueden localizar machos y hembras con pesos testiculares u ováricos altos junto con organismos de pesos testiculares u ováricos bajos.

*P. leprosa* ovipone en los troncos macizos, donde quedan protegidos de la desecación y de predadores. Los jóvenes se

localizan desde septiembre hasta abril, las puestas seguramente ocurren a principios de septiembre.

No se encontró una correlación con la precipitación pluvial, temperatura y fotoperíodo, pero no hay duda que la reproducción, la alimentación y la distribución ecológica de los organismos se presentó en la época donde estos parámetros interactúan fuertemente.

El mayor índice de condición física de hembras y de machos se encontró en agosto, dicha condición física muestra que las hembras y los machos presentan máxima actividad gonadal.

Los cuerpos grasos son estructuras ricas en energía, se usan en el metabolismo de los organismos y en aspectos reproductivos para nutrir y desarrollar las gónadas (Noble, 1931; Lupo di Prisco, 1971). En las hembras el incremento más importante fue en junio y en octubre, antes y después de la hibernación, en julio y en septiembre posiblemente se debe al aumento de su actividad gametogénica, ya que los cuerpos grasos se encuentran relacionados con hormonas esteroides (Lupo di Prisco, *op. cit.*). Los machos muestran un máximo en su índice somático de los cuerpos grasos en mayo y un mínimo en julio, para mantener un valor máximo nuevamente antes de la hibernación; su agotamiento se debe al incremento de la actividad gametogénica, no se usan sincrónicamente los cuerpos grasos en ambos sexos.

Las hembras presentan su valor más bajo en julio y el más alto en septiembre para finalizar con un valor alto en octubre, del índice somático del hígado, mientras que los machos cuando salen de la hibernación, el peso del hígado muestra un valor máximo en el mes de junio y en julio se reduce. En julio en ambos sexos se reduce de manera considerable el ISH, la energía contenida en él se usa en actividades metabólicas y en la vitelogénesis en general.

#### LITERATURA CITADA

Acosta, M. 1982. Índice para el estudio del nicho trófico. *Ciencias Biológicas, Academia de Ciencias de Cuba*(7): 125-127.

Adams, D. R. 1968. Stomach contents of the salamander *Batrachoseps atteneatus* in California. *Herpetologica* 24 (2): 170 - 172.

Anderson, J. D. and P. J. Martino. 1967. Food habits of *Eurycea longicaudata longicaudata*. *Herpetologica* 23(2):105-108.

Anuario del Observatorio Meteorológico Nacional. 1982. Instituto de Astronomía, UNAM.

Arevalo- M., E. 1988. Variación entre diferentes poblaciones de *Sceloporus grammicus* (Reptilia: Iguanidae) en un gradiente altitudinal en la Sierra del Ajusco, México. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México 47pp.

Baird, I. L. 1951. An anatomical study of certain salamanders of the genus *Pseudoeurycea*. *Univ. Kans. Sci. Bull.* 34(6):221-265.

Barbour, R. W. and L. Y. Lancaster. 1946. Food habits of *Desmognathus fuscus* in Kentucky. *Copeia* 1946:48-49.

Battrotrom, B. H. 1963. A preliminary review of the thermal requirements of amphibians. *Ecology* 44:238-254.

Beckenback, A. T. 1975. Influence of body size and temperature on critical oxygen tension of some plethodontid salamander. *Physiological Zoology* 48: 338 - 347.

Benítez-B., G. 1986. Árboles y Flores del Ajusco. Instituto de Ecología. Mus. Hist. Nat., México. 183 pp.

Bergink, E. W. and R. A. Wallace. 1974. Precursor - product relationship between amphibian vitellogenin and the yolk proteins,

lipovitellin and phosphovitin. Jour. Biol. Chem. 249(9):2897-2903.

Bishop, S. C. 1943. Handbook of salamanders. Cornell, Univ. Press. Ithaca, N. Y., 555 pp.

Bland, R. G. and H. E. Jaques. 1978. How to know the insects. Wm. C. Brown Company Publishers. 409 pp.

Bogert, M. C. 1952. Relative abundance, habitats and normal thermal levels of some virginian salamanders. Ecology 33(1):16-30.

Borror, J. D., M. D. DeLong and Charles A. Triplehorn. 1976. An introduction to the study of insects. Saunders College Publishing. 852 pp.

Brandon, R. A. 1965. Morphological variation and ecology of the salamander *Phaeognathus rubrichti*. Copeia 1965:67-71.

\_\_\_\_\_ 1970. Size range at maturity and reproduction of *Ambystoma dumerilli* (Bathysiredon) (Duges). A paedogenetic mexican salamander endemic to lake Pátzcuaro, Michoacán. Copeia 1970 (2): 385 - 388.

Brodie, E.D. Jr., JA. Johnson, K. C. Dodd, Jr. 1974. Imobility as a defense behavior in salamanders. Herpetologica 30:79-85.

Bruce, C. R. 1972. Variation in the life cycle of the salamander *Gyrinophilus porphyriticus*. Herpetologica 28:230-245.

\_\_\_\_\_ 1975. Reproductive biology of the mud salamander *Pseudotriton montanus* in western South Carolina. Copeia 1975: 129 - 137.

\_\_\_\_\_ 1988. Life history variation in the salamander *Desmognathus quadrimaculatus*. Herpetologica 44(2):218-227.

\_\_\_\_\_ 1989. Life history of the salamander *Desmognathus monticola* with a comparison of the larval periods of *D. monticola*, and *D. ochrophaeus*. *Herpetologica* 45(2):144-155.

Bruce, R. B., and M. Martin. 1973. Comparative studies on the distribution and food of plethodontid salamanders in the red wood region of northern California. *J. Herp.* 7:331-336

Bruning, J. L. and B. Kintz. 1977. *Computational Handbook of statistics*, 2nd. ed. Scott Foresman and Company, Glenview, Illinois. 308 pp.

Burton, M. T. 1976. An analysis of the feeding ecology of the salamanders (Aphibia, Urodela) of the Hubbard Brook Experimental Forest, New Hampshire. *J. Herp.* 10(3):187-204.

Bury, R. B. and M. Martin. 1973. Comparative studies on the distribution and food of plethodontid salamanders in the red wood region of northern California. *J. Herp.* 7(4):331-335.

Caldwell, S. R. and W. C. Houtcooper. 1973. Food habits of larval *Eurycea bislineata*. *J. Herp.* 7(4):386-389.

Casas-A, G., et. al. 1980. Ensayo ecológico sobre la herpetofauna de un bosque templado en México. II Congreso Nac. de Zoología. Monterrey, N. L., 97 pp.

Casas-Andreu, G. 1984. La Herpetología en México. *Naturaleza* 15(4):216-224.

\_\_\_\_\_ 1989. Los anfibios y reptiles y su estado de conservación en el Valle de México. Gio, A. R., I. Hernández y E. Sainz (E.). *Ecología Urbana. Volumen especial. Sociedad Mexicana de Historia Natural*, pp. 117-123.

Castillo, T. Z.I. 1976. Algunos aspectos del impacto ambiental en el Parque Nacional del Ajusco. Tesis. Fac. de Ciencias. UNAM,



México.

Chieffi, G., C. Lupo Di Prisco & G. Del Rio. 1967. Identificazione degli ormoni sessuali nei carpi grassi di maschi di *Triturus cristatus carnifex*. *Boll. Zool.* 34:104-105.

\_\_\_\_\_, R. K. Rastogi, L. Iela and M. Milone. 1975. The function of fat bodies in relation to the hypothalamo-hipophysiol-gonadal axis in the frog *Rana esculenta*. *Cell. Tissue. Res.* 161:157-165.

Chu, H. F. 1949. How to know the immature insects. Wm. C. Brown Company Publishers 234pp.

David, R. S. and R. G. Jaeger. 1981. Prey location through chemical cues by a terrestrial salamander. *Copeia* 1981(2):435-440.

Davidson, J. A. 1956. Notes on the food habits of the slimy salamander *Plethodon glutinosus glutinosus*. *Herpetologica* 12: 129 - 131.

Davis, J. 1952. Observations on the eggs and larvae on the salamander *Batrochoseps pacificus major*. *Copeia* 1952:272-274.

Duellman, E. W. 1961. The amphibians and reptiles of Michoacan, México. *Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist.* 15:1-148.

Dunn, E.R. 1923. The breeding habits of salamanders and their bearing on phylogeny. *Copeia* 115:25-28.

\_\_\_\_\_. 1926. The salamanders of the family Plethodontidae. *Smith College Fiftieth Anniversary Publ.*, USA 441pp.

Eliosa-L., H. 1990. Distribución de tres salamandras terrestres (Amphibia: Plethodontidae) en el Parque Nacional Zoquiapan. Tesis Profesional, UNAM. Fac. de Ciencias, México 40pp.

Feder, M. E. 1982a. Thermal ecology of neotropical lungless salamanders (Amphibia: Plethodontidae): environmental temperatures and behavioral responses. *Ecology* 63(6):1665-1674.

\_\_\_\_\_ and J. F. Lynch. 1982b. Effects of latitude season, elevation and microhabitat on field body temperatures of neotropical and temperate zone salamanders. *Ecology* 63(6): 1657 - 1664.

\_\_\_\_\_ and P. L. Londes 1984. Hydric constraints upon foraging in a terrestrial salamanders *Desmognathus ochrophaeus* (Amphibia: Plethodontidae). *Oecologia* 64:413-418.

Fitch, H. S. 1978. Sexual size differences in the genus *Sceloporus*. *Univ. Kansas Sci. Bull.* 441- 461.

Fitzpatrick, L. C. 1976. Life history patterns of storage and utilization of lipids for energy in amphibians. *An. Zool.* 16: 725 - 732.

Fraile, B., R. Paniagua, M. C. Rodríguez, and F. J. Saez. 1989. Effects of photoperiod and temperature on spermiogenesis in Marbled newts (*Triturus marmoratus marmoratus*). *Copeia* 1989: 357- 363.

Fraser, D.F. 1976a. Coexistence of salamanders in the genus *Plethodon* a variation of the Santa Rosalia Theme. *Ecology* 57:238-251.

\_\_\_\_\_ 1976b. Empirical evolution of the hypothesis of food competition in salamanders of the genus *Plethodon*. *Ecology* 57: 459 - 471.

Gallina, S. 1980. Contribución al conocimiento de la biología de *Pseudoeurycea belli* (Gray), en la sierra del Ajusco, México. II Congreso Nacional de Zoología. Fac. de Ciencias Biológicas UNANL. 214-232. Memorias vol 1.

Gaviño, G., J.C. Juárez y H. H. Figueroa. 1987. Técnicas Biológicas Selectas de Laboratorio y de Campo. Limusa. México p 195 - 198.

Guillette, L. J. Jr. y A. G. Casas. 1981. Seasonal variation in fat body weights of the mexican high elevation lizard, *Sceloporus grammicus microlepidotus*. J. Herp. 15: 366 - 371.

Gutiérrez, G. y R. Sánchez. 1986. Repartición de los recursos alimenticios en la comunidad de lacertilios de Cahuacán, Edo. de Méx. Tesis Profesional. ENEP Iztacala UNAM. México, 190pp.

Hall, R. J. 1976. Summer foods of the salamander, *Plethodon wehrlei* (Amphibia, Urodela, Plethodontidae). J. Herp. 10 (2): 129 - 131.

Halliday, T. 1980. Sexual strategy. Oxford University Press. p. 76 - 86.

Hamilton, W. J. Jr. 1932. The food and feeding habits of some eastern salamanders. Copeia 1932(2): 83-86.

Hasumi, M., H. Iwasawa and Y. Nagahama. 1970. Seasonal dynamics of reproductive organs in male salamanders of the species *Hynobius nigrescens*. Copeia (2): 367 - 377.

Heatwole, H. F. 1961. Rates of desiccation and dehydration of eggs in a terrestrial salamander *Plethodon cinereus*. Copeia 1961: 110 - 112.

Highton, R. 1962. Geographic variation in the life history of the slimy salamander. Copeia 1962: 597 - 613.

\_\_\_\_\_ and T. Savage. 1961. Functions of the brooding behavior in the female red-backed salamander, *Plethodon cinereus*. Copeia 1961: 95 - 98.

Houck, L. D. 1977. Reproductive biology of a neotropical salamander, *Bolitoglossa rostrata* (Caudata: Plethodontidae). *Copeia* 1977:70-83.

Humphrey, R.R. 1921. The interstitial cells of the urodele testis. *An. J. Anat.* 29:213-278.

\_\_\_\_\_ 1927. Extirpation of the priordial germ cell of *Ambystoma*: its effects upon the development of the gonad. *Jour. Exp. Zool.* 49:363-399.

Ireland, P. H. 1976. Reproduction and larval development of the gray - bellied salamander *Eurycea multiplicata griseogaster*. *J. Herp.* 32(3):233-239.

Ifft, J. D. 1942. The effect of enviromental factors on the sperm cycle of *Triturus viridescens*. *Biol. Bull.* 83:111-128.

Jaeger, R. G. 1971a. Competitive exclusion as a factor influencing the distributions of two species of terrestrial salamanders. *Ecology* 52: 632 - 637.

\_\_\_\_\_ 1971b. Moisture as a factor influencing the distributions of two species of terrestrial salamanders. *Ecology* 52:632-637.

\_\_\_\_\_ 1972. Food as limited resource in competition between two species of terrestrial salamanders. *Ecology* 52: 632-637.

\_\_\_\_\_ 1980a. Microhabitats of a terrestrial forests salamander. *Copeia* 1980:265-268.

\_\_\_\_\_ 1980b. Fluctuations in prey availability and food limitation for a terrestrial salamander. *Oecologia* 44:335-341.

\_\_\_\_\_ 1981. Diet diversity and clutch size of aquatic and

terrestrial salamanders. *Oecologia* 48:190-193.

\_\_\_\_\_, K. C. B. Nishikawa and D. E. Barnard. 1983. Foraging tactics of a terrestrial salamanders coast of terrestrial defence. *An. Beh.* 31:191-198.

Jameson, E. W. 1944. Food of the red-backed salamander. *Copeia* 1944:145-147.

Jameson, E. W. Jr. 1981. Patterns of vertebrate biology. Springer verlong New York.

Jones, R.E. 1970. Effect of season and gonadotropin on testicular interstitial cells of California Quail. *The Auk*, 87(4): 729-757.

Keen, W. H. 1982. Habitat selection and interspecific competition in two species of plethodontid. *Ecology* 63(1):94-102.

\_\_\_\_\_ 1984. Influence of moisture on the activity of a plethodontid salamanders. *Copeia* 1984:684-688.

Krzysik, A. J. 1979. Resource allocation, coexistence, and the niche structure of a streambank salamander community. *Ecol. Monogr.* 1979:173-194.

\_\_\_\_\_ 1980. Microhabitat selection and brooding phenology of *Desmognathus fuscus fuscus* western Pennsylvania. *J. Herp.* 14: 291-292.

Larsen, L.D. 1963. Fat bodies in *Bufo bufo* with autotrasplanted pars distalis. *Gen. Comp. Endocr.* 3: 713 - 714.

Lee D. S., and A W. Norden. 1973. A food study of the green salamander, *Aneides aeneus*. *J. Herp.* 7(1):53-54.

Lemos, J. A. y J. Franco-López. 1984. Repartición del Recurso espacio en una comunidad de anfibios y reptiles del estado de

Puebla. *Ciencia Forestal* 9(50):44-56.

Lemus-E, J. A. y J. J. Amaya-Elias. 1985. Observaciones generales sobre la comunidad de anfibios y reptiles de la vertiente oriental del volcán Iztaccíhuatl. *Ciencia Forestal* 10(57):44-64.

Lofts, B. 1970. *Animal photoperiodism*. Arnold, London. 65pp.

\_\_\_\_\_ 1974. *Physiology of the Amphibia*. vol II:pp 107 - 218, Academic Press. New York 592pp.

\_\_\_\_\_ 1984. Amphibians, In G. E. Lamming (ed.) *Marshall's Physiology of Reproduction*, 4th. Ed., vol 1: Reproductive cycles of vertebrates. pp 127 - 205. Churchill Livingstone, Edinburgh.

Lotter, F. 1978. Reproductive ecology of the salamander *Plethodon cinereus* (Amphibia, Urodela, Plethodontidae) in Connecticut. *J. Herp.* 12(2):231-236.

Lupo Di Prisco, G. Del Rio, G. Chieffi, L. Bellini Cardellini y A. Polzonetti Magni. 1971. Identification and biosynthesis of steroid hormones in the ovary and fat bodies of female *Triturus cristatus carnifex*. *Comp. Biochem. Physiol.* 40B:53-60.

\_\_\_\_\_ C. Basile, G del Rio y G. Chieffi. 1972. In vitro metabolism of cholesterol - 4 - <sup>14</sup>C and testosterone -4- <sup>14</sup>C in testes and fat bodies of *Triturus cristatus carnifex*. *Comp. Bioch. Physiol.* 44B:567-576.

\_\_\_\_\_, L. B. Cardinelli, A. Polzonetti, A. P. Magni. C. Basile and G. Rocchi. 1973. The metabolic fate of progesterone-7 $\alpha$ 3H and progesterone-4- <sup>14</sup>C in the ovaries and fat bodies of female *Triturus cristatus carnifex*. *Comp. Bioch. Physiol.* 44B:567-576.

Lynch, J. F., S. Y. Yang and T. J. Papenfuss. 1977. Studies of neotropical salamanders of the genus *Pseudoeurycea*, I: systematic

status of *Pseudoeurycea unguidentis*. *Herpetologica* 33: 46 - 52.

\_\_\_\_\_, D. B. Wake and S.Y. Yang. 1983. Genic and morphological differentiation in mexican *Pseudoeurycea* (Caudata: Plethodontidae) with a description of a new species. *Copeia* 4: 884 - 889.

\_\_\_\_\_ 1985. The breeding ecology of *Aneides flavipunctatus* and sympatric plethodontid salamanders in Northwestern California. *J. Herp.* 19(3):328-352.

\_\_\_\_\_ and D. Wake. 1989. Two new species of *Pseudoeurycea* (Amphibia: Caudata) from Oaxaca, México. *Contrib. in Sci. Nat. Hist. Mus. of Los Angeles.* 411:11-22.

Maiorana C.V. 1977. Observations of salamanders (Amphibia, Urodela, Plethodontidae) Dying in the field. *J. Herp.* 11(1):1-5.

Martof, B. S. and D. C. Scott. 1957. The food of the salamander *Leurognathus*. *Ecology* 38(3):494-501.

Maxson, L. R. and D. B. Wake. 1981. Albumin evolution a its phylogenetic implications in the plethodontid salamander genera *Pseudoeurycea* and *Chiropterotriton*. *Herpetologica* 37(2):109-116.

Moore, F. L. and P. Deviche. 1988. Neuroendocrine processing of environmental information in amphibians. *Proc. Env. Inf. in Vertebrates* Milton H. Stetson ed. New York. pp 18-45.

Nikolsky, G. V. 1963. *The ecology of fishes* (traslated from Russian by L. Birkett. Academic Presss, New York.

Noble, G. R. 1931. *The Biology of the Amphibia*. Mc. Graw-Hill. Book Co. Inc. New York. N.Y. USA. 577pp.

Norris, D. O. 1980. *Vertebrate endocrinology*. Lea & Febiger. Philadelphia. EUA 524pp.

\_\_\_\_\_, M. F. Norman, M. K. Pancak and D. Duvall. 1985. Seasonal variations in spermatogenesis, testicular weights, vasa deferentia, and androgen levels in neotenic male tiger salamanders, *Ambystoma tigrinum*. Gen. Comp. Endocrinol 60:51-57.

Obs. Met. Nacional. 1975 - 1982. Fichas sobre el registro de temperatura y precipitación pluvial de la estación meteorológica de Monte Alegre, Ajusco, D.F.

Organ, J. A. 1958. Courtship and spermatophore of *Plethodon jordani metcalfi*. Copeia 1958(4):251-259.

\_\_\_\_\_ 1960a. Studies on the life history of the salamander *Plethodon welleri*. Copeia 1960(4):287-297.

\_\_\_\_\_ 1961a. Studies of the local distribution life history, and population dynamics of the salamanders genus *Desmognathus* in Virginia. Ecological Monographs 31:189-220.

\_\_\_\_\_ 1961b. The eggs and young of the spring salamander, *Pseudotriton ruber*. Copeia 1961:217-223.

\_\_\_\_\_ and L. A. Lowenthal 1963. Comparative studies of macroscopic and microscopic feature of spermatophores of some plethodontid salamanders. Copeia 1963:659-669.

Paniagua, R., B. Fraile and F. J. Saez. 1990. Effects of photoperiod and temperature on testicular function in amphibians. Hist. Histopath 5:365-378.

Parker, G. A. 1984. Sperm competition and the evolution of animal mating strategies (Ed. by R. L. Smith), pp 60 New York. Academic Press.

Peacock, R. L. and R. A. Nussbaum. 1973. Reproductive Biology and population structure of the western red-backed salamander, *Plethodon vehiculum*. J. Herp. 7(3):215-224.



Powers, V. N. and W. L. Tieljen. 1974. The comparative food habits of sympatric and allopatric salamanders, *Plethodon glutinosus* and *P. jordani* in eastern Tennessee and adjacent areas. *Herpetologica* 30:167-175.

Powers, V.N. and R. Cate 1980. Food of the dwarf salamander, *Eurycea quadridigitatus* in Georgia. *J. Herp.* 14(1):82-83.

Ramírez, B. A., G. Ruíz, L. Cariño, M. Espejel, I. López, A. López, G. Nieto y P. Rodríguez 1979. Herpetofauna de las montañas del sur del D.F. *Biol. de Campo. Fac. de Ciencias. UNAM* 22 pp.

\_\_\_\_\_, E. Godínez C., and J. L. Camarillo. 1991. Some amphibians and reptiles from Cahuacan, Transfiguration and Vill del Carbon, State of México with general comments on their ecology. *Bull. Maryland Herp. Sci.* 27 (4): 171-188.

Rastgi, R. K. and G. Chieffi. 1970. A cytological study of the pars distalis of pituitary gland of normal, gonadotomized and gonadotomized steroid hormone-treated green frog *Rana esculenta* L. *Gen. Comp. Endocr.* 15:247-263.

Roosen-Runge, E. C. 1977. The process of spermatogenesis in animals. Cambridge Univ. Press. New York, USA 214pp.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México.* Limusa. México 432 pp.

Saez, F.J., B. Fraile and R. Paniagua. 1990. Histological and quantitative changes in the annual testicular cycle of *Triturus marmoratus marmoratus*. *Can J. Zool.* 68: 63 - 72.

Salthe, S. N. and B. M. Salthe. 1964. Induced courtship in the salamander *Pseudoeurycea belli*. *Copeia* 1964(3):574-576.

\_\_\_\_\_. 1967. Courtship patterns and phylogeny of the urodeles. *Copeia*. 1967:100-117.

Sánchez-H., O. 1980. Diagnósis preliminar de la herpetofauna de Tlaxcala, México. Tesis Profesional. UNAM. Facultad de Ciencias México. 155p.

Sánchez de Tagle, G. C. 1978. Contribución al conocimiento de la fauna herpetológica del Parque Nacional La Malinche Tesis Biol. Fac. de Ciencias. UNAM México 91 p.

Sever, M. D. 1974. The occurrence of multiple testes in the genus *Eurycea* (Amphibia: Plethodontidae). *Herpetologica* 30: 187 - 193.

\_\_\_\_\_ 1975. Morphology and seasonal and seasonal variation of the mental hedonic glands of the dwarf salamander, *Eurycea quadridigitata*. *Herpetologica* 31(3): 241 - 251.

\_\_\_\_\_ 1976a. Morphology of the mental hedonic gland clusters of plethodontid salamanders (Amphibia, Urodela, Plethodontidae). *J. Herp.* 10(3): 227 - 239.

\_\_\_\_\_ 1976b. Induction of secondary sexual characteres in *Eurycea quadridigitata*. *Copeia* 1976: 830 - 833.

\_\_\_\_\_ 1978. Female cloacal anatomy of *Plethodon cinereus* and *Plethodon dorsalis* (Amphibia: Plethodontidae). *Herpetologica* 1978(34): 1 - 20.

Shimada, M. K. 1972. Estudio de algunos perfiles de suelos derivados de cenizas volcánicas y de Ando del Ajusco, D.F. Tesis de Ciencias.

Smith, M.H. and E.H. Taylor. 1966. *Herpetology of México*. Annotated checklist and keys to the amphibians and reptiles. Ashton, Maryland. Erik Lundberg 253pp.

Smith, M. H., M. J. Landy and D. K. Underhill. 1968. Some characteristics of the eggs and embryos of a mexican plethodontid salamander. *Herpetologica* 24: 67 - 72.

Smith, R. L. 1980. Ecology and field biology. 3a ed. Harper & Row. New York. 835 pp.

Southerland, T. M. 1986. Coexistence of three congeneric salamanders the importance of habitat and body size. Ecology 67(3): 721 - 728.

Spotilia, J. R. 1972. Role of temperature and in the economy of lungless salamanders. Ecology Monographs 42: 95 - 125.

Stefanski, M., R. E. Gatte, Jr., and F. Harvey Pough. 1989. Activity metabolism of salamanders: tolerance to deshydration. J. Herp. 23(1): 45 - 50.

Storm, R. M. and A. R. Aller. 1947. Food habits of *Aneides ferreus*. Herpetologica 4(2): 59 - 60.

Taub, F. G. 1961. The distribution of the red-backed salamander *Plethodon cinereus* within the soil. Ecology 42: 681 - 698.

Taylor, E. U. 1938. Concerning mexican salamanders. Univ. of Kansas Sci. Bull. 25(14): 259 - 313.

\_\_\_\_\_ 1944. The genera of plethodontid salamanders in Mexico, Pt. I. Univ. Kansas Sci. Bull. 30(12): 189 - 232.

Taylor, H. D. and S. L. Guttman. 1977. The Reproductive Biology of Amphibians. Plenum Press. New York 475 pp.

Tilley, S. G. 1972. Aspects of parental care and embryonic development in *Desognathus ochrophaeus*. Copeia 1972(3): 532 - 542.

Tilley, S.G. J. S. Hausman. 1976. Allozyic variation and occurrence of multiple inseminations in populations of the salamander, *Desmognathus ochrophaeus*. Copeia 1976: 734 - 741.

Tracy., C. R. 1976. A model of the dynamic exchanges of water and

energy between a terrestrial amphibian and its environmental. Ecol. Monogr. 46: 293 - 326.

Truffelli, T. G. 1954. A macroscopic and microscopic study of the mental hedonic gland-clusters of some plethodontid salamanders the University of Kansas. Science Bulletin 36(1):1-39.

Valdivieso, D. and J. R. Tamsitt. 1965. Reproduction in a neotropical salamander, *Bolitoglossa adspersa* (Peters). Herpetologica 21:228-236.

Van Dordt, P. G. W. J. and B. Lofts. 1963. The effects of high temperature on gonadotrophin secretion in the male common frog (*Rana temporaria*) during autumn. J. Endocrin. 27:137-146.

Verberg, F. G. 1954. Hibernation studies of two species of salamander *Plethodon cinereus cinereus* and *Eurycea bislineata bislineata*. Ecology 34:55-62.

Vial, J. L. 1968. The ecology of the tropical salamander, *Bolitoglossa subpalmata*, in Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 15:113-115.

Wake, D. B. and J. F. Lynch 1976. The distribution ecology and evolutionary history of plethodontid salamanders in tropical America. Contrib. Sci. Nat. Hist. Mus. Los Angeles Angeles No. 25. 65pp.

\_\_\_\_\_ and J. D. Johnson. 1989. A new genus and species of plethodontid salamander from Chiapas, México. Contributions in Science Nat. Hist. Mus. of Los Angeles 1989 (411):1-10.

Walker, C. F. 1941. The green salamander *Aneides aeneus* in Ohio. Copeia 1941(3):178.

\_\_\_\_\_ 1955. A new salamander of the genus *Pseudoeurycea* from Tamaulipas. Occ. Pap. Mus. Zool. Uni. Michigan 567:1-8.

Walls, S. C., D. Mathis, R. G. Jaeger and W. F. Gegits. 1989. Male salamanders with high-quality diets have faeces attractive to female. *Anim. Behav.* 38(3):546-548.

Weichert C. K. 1945. Seasonal variation in the mental gland and reproductive organs of the male *Eurycea bislineata*. *Copeia* 1945(2):78-84.

Werner, J. K. 1969. Temperature photoperiod effects on spermatogenesis in the salamander *Plethodon cinereus*. *Copeia* 1969: 592-602.

\_\_\_\_\_ 1971. Notes on the reproductive cycle of *Plethodon cinereus* in Michigan. *Copeia* 1971:161-162.

Whittaker, R. H. 1952. A study of summer foliage insects communities in the Great Smoky Mountains. *Ecol. Monogr.* 22: 1-44.

Whitaker, J. O. Jr., D. C. Rubin. 1971. Food habits of *Plethodon jordani metcalfi* and *P. jordani shermani* from North Carolina. *Herpetologica* 27:81-86.

Wittliff, J. L., K. L. Lee, and F. T. Kenney. 1972. Regulation of yolk proteins synthesis by amphibian liver. II. Elevation of ribonucleic acid synthesis by estrogen. *Biochim. Biophys. Acta* 269:493-504.

Wood, J. T. 1945. Ovarian eggs in *Plethodon richmondi*. *Herpetologica* (2):206-210.

Woodwall, H. T. 1941. A new mexican salamander of the genus *Oedipus*. *Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan* 1941(44):1-4.

Wyman, R. L., and D. S. Hawksley Lescalt. 1987. Soil acidity affects distribution, behavior, and physiology of the salamander *Plethodon cinereus*. *Ecology* 68(6):1819-1827.

\_\_\_\_\_ 1988. Soil acidity and moisture and distribution of

Amphibians in five forest of south New York. *Copeia* (2):394-399.