



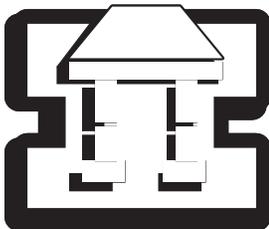
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

“Desarrollo y sobrevivencia de la nidada
del lacertilio *Sceloporus aeneus* en el
Nevado de Toluca, Edo. de México”

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
B I Ó L O G A
P R E S E N T A :
ISABEL MONZERRAT GÓMEZ ESPEJO

DIRECTOR DE TESIS:
M. EN C. RODOLFO GARCÍA COLLAZO



LOS REYES IZTACALA, EDO. DE MÉX.

2005



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.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente al **M.V.Z Carlos Vázquez Portilla** que me impulso a seguir adelante, a continuar una carrera y superarme cada día, aunque ya no este entre nosotros, estoy segura que desde donde esté, se sentirá orgulloso de lo que he logrado. Por ser un gran hombre y un gran amigo.
¡ GRACIAS !

A mi mamá Isabel Espejo Díaz, por estar conmigo en todos los momentos importantes de mi vida, por apoyarme en todas mis decisiones y por ser lo más grande que tengo en la vida. Por ser una gran mujer. Te adoro.

A mi papá Manuel Gómez García, por ser el mejor papá del mundo, por apoyarme y creer en mí; le doy gracias a la vida por ser tu hija. Te adoro "papi".

A mi hijo Roberto, porque desde que llegaste has sido un angelito que ha iluminado mi vida y te amo con todo mi ser, este trabajo es por ti y para ti.

A Roberto Martínez Bernd, por tu apoyo y por estar conmigo en las buenas y en las malas, por ayudarme a vencer todas las adversidades y por ser mi luz en la oscuridad. ¡Gracias! TE AMO.

A mi hermano Mandó, Blanca y Pamela por ser una parte muy importante en mi vida y compartir muchos momentos juntos, aunque no lo crean los quiero mucho.

A mi Tía Herminia Espejo, por todo el apoyo a lo largo de mi vida y por preocuparte siempre por mí, Gracias!

A mis primas Maritza Gómez, Claudia Espejo y Leticia Espejo, las quiero.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente al M. en C. Rodolfo García Collazo por la dirección y asesoría para la realización del presente trabajo y por ser un gran profesor. Con gran admiración, un profundo agradecimiento y por ser un ejemplo a seguir pero sobre todo por tener la fortuna de contar con su valiosa amistad.

A mis revisores M. en C. Atchudpa Eduardo De Sucre Medrano, Biol. Leticia Adriana Espinosa Avila, M. en C. Tomás Ernesto Villamar Duque y al M. en C. Felipe Correa Sánchez, por sus comentarios y sus valiosas aportaciones.

Al maestro Isaac Rojas González, por su valiosa asesoría en el tratamiento estadístico.

A Claudia Siria (bruja) por ser una gran Amiga, por ser cómplices y compartir momentos maravillosos. Gran parte de este logro te lo debo a ti. Gracias por tu alegría y tus ocurrencias, más que una amiga eres una gran hermana. Te quiero mucho.

Con muchísimo cariño a la Sra. Lili Bernd, gracias por todo su apoyo, por abrirnos las puertas de su corazón y por tratarme como a una hija.

A Saúl López (Grillo) gracias por tu amistad y por tu gran ayuda a lo largo de la carrera, sobre todo por aguantarme y por que a pesar de los años y la distancia seguimos siendo amigos.

A Sol, por estar conmigo en las buenas, en las malas y en las peores, pero principalmente por brindarme su amistad a lo largo de todos estos años. Gracias Amiga.

A Alejandro Villegas, por ser un gran apoyo, por regalarme tu amistad y tu entusiasmo; igualmente a Yuriko Barrón por brindarme tu amistad, es un gran tesoro amiguita, espero seguir contando con tu amistad para siempre.

A mis amigos del vivario. Beatriz Rubio, Felipe, Raúl, Librado, gracias por sus enseñanzas y consejos pero lo más importante es contar con su amistad.

Para mis amigas de la infancia Karla y Vanessa Piña Osario, gracias por más de 25 años de amistad y espero esta siga por siempre, las quiero mucho.

Por último y no por eso la menos importante a María Selva Paez por su cariño, amistad, confianza, lealtad, gracias por todo!

Índice

	Pag.
Resumen	5
Introducción	6
Antecedentes	8
Justificación	12
Objetivos	13
Área de estudio	14
Materiales y métodos	18
Resultados	23
Porcentajes de depredación, no fecundidad y eclosión	23
Depredadores potenciales encontrados en los montículos usados por las lagartijas para la anidación	24
Aumento en volumen y peso del huevo	25
Desarrollo embrionario	26
Relación del volumen y peso del huevo con el estadio embrionario	26
Tasa de crecimiento para el 2002	32
Humedad en los nidos de <i>Sceloporus aeneus</i>	33
Temperatura del sustrato de los nidos de <i>S. aeneus</i>	35
Discusión	38
Conclusiones	43
Anexo I	44
Referencias	48

Resumen

Se estudió una población del lacertilio ovíparo *Sceloporus aeneus* que habita en el Nevado de Toluca, Estado de México, con el objeto de conocer la sobrevivencia de la nidada, el desarrollo embrionario durante la incubación en el nido y el papel de la temperatura ambiental y la humedad del sustrato en la incubación. Los muestreos de los huevos se realizaron en la temporada de lluvias durante los años de 1999, 2001 y 2002. El porcentaje global de los huevos eclosionados durante los años de muestreo fue del 73.62%. La tasa de huevos depredados fue de 13.19% y los huevos no fecundados en igual porcentaje. Se encontraron diferentes grupos de artrópodos en los nidos, de los cuales las hormigas, los ciempies y milpies fueron los potenciales depredadores de los huevos de *S. aeneus*. El monitoreo de los nidos mostró que los huevos se desarrollan desde inicio del mes de junio y hasta el mes de octubre. En el mes de junio el estadio de desarrollo de los embriones en los huevos correspondió al estadio 30 el cual fue el menor encontrado y en octubre se encontró que el estadio 40 corresponde al tiempo en el que eclosionan los huevos. La oviposición y periodo de anidación corresponde con los valores mayores de precipitación pluvial y con los valores medio de temperatura ambiental. Se encontró una relación significativa entre peso, volumen del huevo y estadio embrionario. Fue evidente que la humedad en el nido tiene una gran influencia sobre el desarrollo del embrión contenido en el huevo.

Introducción

En los vertebrados la forma dominante de reproducción es la oviparidad, esta es la condición reproductiva más primitiva entre los reptiles existentes; sin embargo en los reptiles la viviparidad es la forma más común de reproducción en los lugares que presentan climas fríos (Andrews y Mathies, 2000). La oviparidad es cuando las hembras producen huevos y la mayor parte del desarrollo embrionario se lleva a cabo fuera de la madre y la viviparidad cuando el desarrollo embrionario se realiza dentro del útero de la madre (Guillette, 1987). Se ha encontrado viviparidad y ovíparidad en poblaciones de la misma especie (Shine, 1984).

Las especies ovíparas están sujetas a una serie de factores que influyen principalmente en la etapa de huevo en el nido, la cual es la más vulnerable, entre las que se han descrito están: temperaturas extremas, desecación, exceso de humedad, ataque de hongos y depredación (Packard *et al.*, 1977; Tinkle y Gibbons, 1977; Shine y Bull, 1979; Guillette, 1981; Ramírez Bautista, 1996; Shine 1983a, 1984a).

Los factores ambientales tales como la precipitación, la temperatura y la disponibilidad de alimento, influyen directamente en la reproducción (Ballinger, 1977), tasa de crecimiento, tamaño de la puesta y frecuencia de ésta, además de la edad y de la madurez sexual de los organismos (Dunham, 1982).

En los embriones, los factores internos y externos tienen un efecto en su sobrevivencia y desarrollo; los factores externos como la temperatura y la textura del sustrato tienen un gran impacto sobre el embrión y ambos pueden influir muy profundamente en la puesta, el tiempo de la puesta y el tamaño de ésta (Ji y Braña, 1999).

En altitudes elevadas la temperatura es una variable limitante muy importante para el desarrollo embrionario de los reptiles ovíparos, así como también el agua. Se ha observado que el huevo puede incrementar dos veces o hasta tres veces su peso por efecto de hidratación que es importante en el proceso metabólico (Andrews y Sexton, 1981; Thompson, 1981). Sin embargo, al acumular agua en el huevo también se incrementa la pérdida de agua por transpiración, como posible consecuencia de una reducción o adelgazamiento del cascarón durante la incubación (Andrews y Sexton, 1981) sobre todo al final de este período (Tracy *et al.*, 1978).

Es sabido que el mayor porcentaje de reptiles vivíparos se localizan en grandes altitudes (Packard, *et al.*, 1977; Tinkle y Gibbons 1977; Shine y Bull 1979; Shine 1985), pero también se pueden localizar poblaciones de especies ovíparas que habitan en elevadas altitudes un ejemplo de ello es la especie *Sceloporus aeneus* (Guillette *et al.*, 1980).

Antecedentes

Las condiciones y propiedades del nido están determinadas por las condiciones meteorológicas. La temperatura varía en cada estación del año e incluso en un día con horas extremadamente calientes y horas muy frías. La influencia de la temperatura en el suelo varía con la profundidad haciéndose más fresca con la profundidad. Se ha visto que la iguana de desierto *Dipsosaurus dorsalis* presenta una distribución geográfica limitada debido a las condiciones físicas que requiere para anidar (Muth, 1980).

Los efectos de las bajas temperaturas en el desarrollo embrionario de las lagartijas del género *Sceloporus*, es la explicación más aceptada para la evolución de la viviparidad en altas altitudes y elevaciones donde se presenta el clima frío. Una etapa intermedia en la evolución de la viviparidad es la retención de los huevos por periodos cortos o largos de la gestación; las hembras pueden retener los huevos para que los embriones se mantengan en un ambiente cálido el cual ellos necesitan para desarrollarse, sin embargo éste no es el único mecanismo que siguen los embriones de los escamados en ambientes con bajas temperaturas y altas elevaciones (Andrews, 1997).

Esta lagartija se encuentra en climas templados, hábitat con pastizales y en altas elevaciones en el eje Neovolcánico de la región centro-sur de México. Se le encuentra a 3000 metros sobre el nivel del mar en la Sierra del Ajusco, D.F. y 3100 en el Nevado de Toluca. Es una lagartija

pequeña con longitud hocico cloaca promedio de 50.1 ± 4.2 mm y longitud de cola de 54.3 ± 3.1 mm (Uribe-Peña *et al.* 1999). Son de color amarillo con dos franjas laterales claras en el dorso, entre estas poseen dos series de manchas oscuras en forma de barras transversales y otra serie lateral de cada lado. Escamas de la cabeza, rugosas; presenta una escama cantal y dos parietales a cada lado. El conteo de escamas dorsales es de 39 en machos. El número de poros femorales varía de 16 a 17 en cada lado (Uribe-Peña *et al.* 1999).

Es una especie ovípara que tiene retención de huevos, la actividad reproductiva de las hembras tiene lugar en primavera (cortejo y apareamiento) y en verano (ovulación), posiblemente con dos puestas por año durante los meses de junio a agosto; el número de huevos de la puesta es de ocho a nueve, éstos son puestos sobre montículos de tierra hechos por tuzas, se reporta que los huevo miden 4.2×3.4 mm al momento de ser puestos y 10.3×6.75 mm casi al final del periodo de incubación (Sánchez-Herrera, 1980; Guillette, 1981; Hernández, 1995; Manríquez 1995).

Aunque se conoce el aspecto reproductivo (época, número de huevos, talla de madures sexual y relación con los factores ambientales) se desconoce como se lleva a cabo la etapa de desarrollo de los huevos en el nido, que es la etapa más vulnerable en la reproducción. Esto despierta el interés en conocer las estrategias que le permiten la incubación exitosa en condiciones de elevada altitud.

Se ha reportado que *S. aeneus* suele anidar en montículos elaborados por tuzas en suelo de origen volcánico y de color oscuro; estas observaciones se hicieron en seis nidos naturales de *S. aeneus*

encontrados en los meses de julio, agosto y septiembre, dos de los seis nidos fueron depredados aproximadamente de cuatro a seis días después de la oviposición, sin embargo se pudieron encontrar dentro del nido huevos sin daño alguno con un estadio de desarrollo de 37 que es un estadio avanzado; el nacimiento de las crías ocurrió de 12 a 14 días después de la oviposición, en dos de cuatro nidos (Guillette, 1986).

Andrews *et al.*, (1999) realizaron un estudio para evaluar la biología térmica de las lagartijas emparentadas *S. aeneus* y *S. bicanthalis*, observaron que la primera tiene un rango de elevación de aproximadamente 2400 a 3000 m.s.n.m y la segunda se encuentra a elevaciones arriba de los 3000 hasta los 4250 m.s.n.m; observaron que para ninguna de las dos especies se seleccionaron temperaturas corporales variadas como función de sexo o estatus reproductivo de hembras. Estas especies estuvieron activas en temperaturas corporales más bajas que en sus temperaturas corporales “preferidas”, presumiblemente por el incremento limitado de oportunidades térmicas en elevaciones altas.

Ji y Braña (1999) realizaron un trabajo con *Podarcis muralis* y describen la influencia del ambiente térmico e hídrico en la incubación de los huevos, el uso por parte del embrión de energía y nutrientes, así como la influencia de la textura del sustrato sobre el huevo. Todos los huevos que fueron viables incrementaron su masa durante el curso de la incubación mediante la absorción de agua y ello dependió de la temperatura y la cantidad de agua en el sustrato.

Rodríguez-Romero (1996) estudio el tamaño y la masa relativa de la camada o la nidada en dos especies de lacertilios emparentados

(*Sceloporus aeneus* y *S. bicanthalis*) que presentan diferente modo reproductor ovíparo y vivíparo respectivamente, en ambas especies, el tamaño de la camada o la nidada se incrementó con el peso de las hembras y no hubo diferencias significativas entre ambas especies. La similitud en pesos de las crías que se presentó en *S. bicanthalis* y *S. aeneus*, sugiere que el esfuerzo invertido en cada cría, puede estar influenciado por su cercanía filogenético, minimizando el efecto tanto del modo reproductor, como del tamaño y peso corporal de las madres y promueve un mayor número de huevos o crías y no huevos y crías más grandes.

Con respecto a la sobrevivencia y mortalidad de huevos de lacertilio en el nido, Andrews (1982) monitoreó los nidos de la lagartija *Anolis limifrons* en Panamá, observando las principales causas de mortalidad, las cuales principalmente fueron un 15% depredados por hormigas, 3% por caracoles, 2% por causas desconocidas y un 18% desaparecieron del nido sin encontrar rastro. La mayoría de los huevos depredados fueron encontrados con sus cascarones rotos con pequeños hoyos y con sus contenidos parcial o completamente perdidos.

Justificación

El presente estudio contempla conocer en condiciones naturales, el desarrollo de la nidada de *S. aeneus* ubicada en montículos de tierra en su límite máximo de distribución altitudinal; además de evaluar el grado de depredación al que están expuestos durante este período tan vulnerable.

En virtud de que *S. aeneus* habita en un ambiente templado con fluctuaciones de temperatura y humedad, el presente estudio pretende contribuir al conocimiento de los factores que hacen posible la permanencia de esta especie en condiciones extremas para la anidación.

Objetivos

General

Evaluar la sobrevivencia de la nidada y el desarrollo de los embriones de *Sceloporus aeneus*, en el Nevado de Toluca.

Particulares

Conocer el porcentaje de mortalidad por depredación y el porcentaje de huevos no fecundados de *S. aeneus*.

Monitorear y describir las fases de desarrollo embrionario después de la oviposición de *S. aeneus*.

Describir la influencia de la temperatura y la humedad relativa del suelo en el sitio de anidación sobre el desarrollo de los embriones de *S. aeneus*.

Área de estudio

El área de estudio comprende un área abierta y se ubican en los 19° 11' 44.8" latitud N y 99° 50' 44.4" longitud W a un altitud de 3200 msnm dentro del Parque Nacional Nevado de Toluca, situado al SSW de la Ciudad de Toluca, Estado de México, con una superficie de 51,000 has (INEGI, 1999) (Figura 1).

Los sitios de anidación de la especie se encuentran rodeados de pastizal en macoyos de *Festuca sp* y *Mulhenbergia sp* y la asociación de *Pinus montezumae*, *Pinus pseudostrobus* y *Pinus ayacahuite* que se localizan de los 2,800 a los 3,200 metros (Guzmán, 1958) ver anexo I.

El clima que prevalece es semifrío con verano fresco y largo, y la temperatura del mes más caliente oscila entre 6.5° y 12° C, la precipitación media anual es de 1560 mm; presentándose el mes más caliente antes del solsticio de verano, teniendo como fórmula C(fm)w(b')ig (INEGI, 1999) ver Figura 2.

La topografía del nevado de Toluca forma parte de la cordillera Neovolcánica, la cual se extiende del Atlántico al Pacífico y corresponde a una región de gran inestabilidad que ha estado en actividad desde el Cenozoico, moviéndose de oriente a poniente, de tal manera que las estructuras más antiguas están cerca del Golfo de México y la más reciente en la costa del Pacífico (INEGI, 1999).

Los suelos del Nevado de Toluca varían de medianamente profundos a profundos, generalmente de más de un metro, en ellos predominan los colores oscuros como el café grisáceo oscuro, principalmente en la superficie; en estos suelos predominan las texturas francas y migajones arenosos. El terreno del Nevado de Toluca, es accidentado como consecuencia del gran número de barrancas y cañadas, que los escurrimientos han librado en sus flancos, sobre todo en la parte sur y en el este, que es por donde el acceso a la montaña se hace más difícil debido a lo inclinado de las pendientes, fuera de las barrancas, el terreno tiene, en términos generales, una inclinación menor (Colon, 1987).

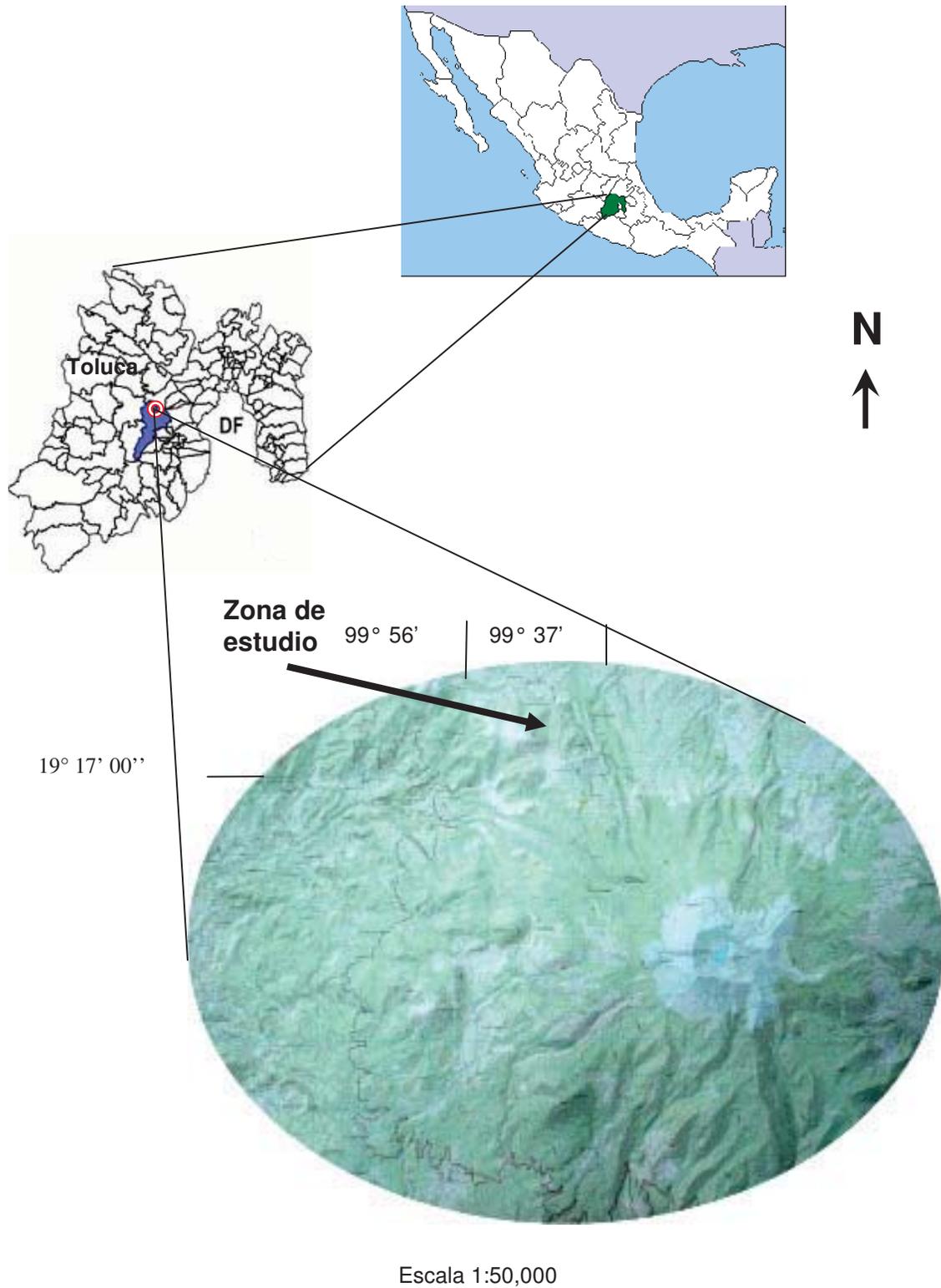


Figura 1. Localización del área de estudio.

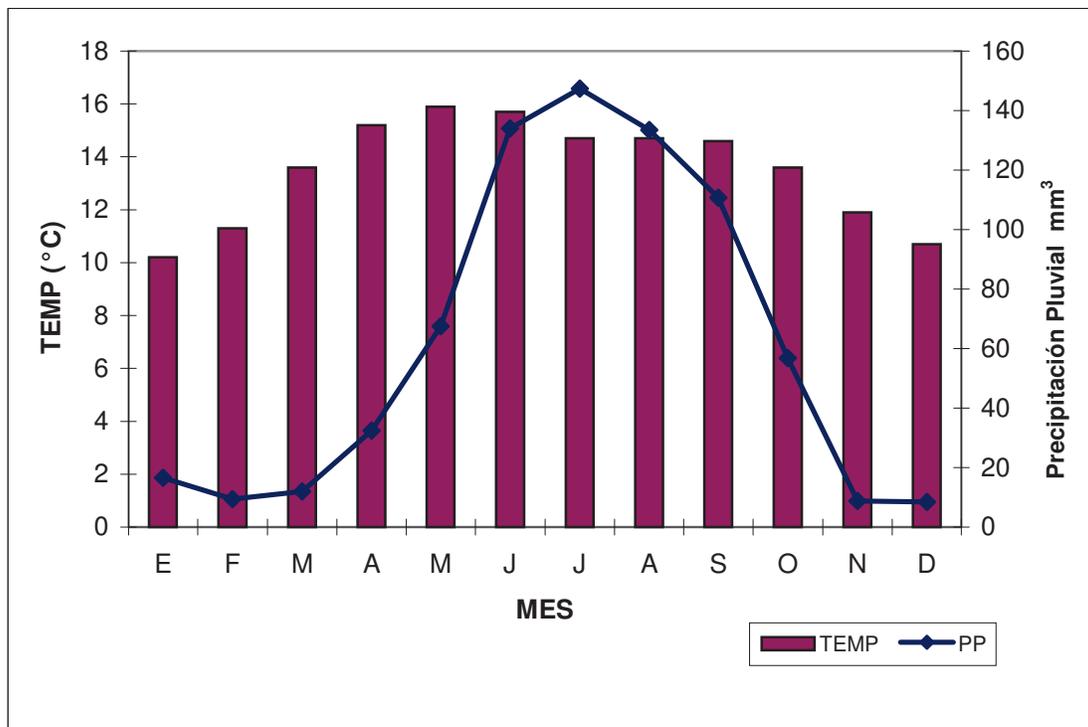


Figura 2. Comportamiento de la temperatura (TEMP) y precipitación pluvial (PP) en el área de estudio. Tomado de la CNA periodo 1962 – 1992.

Materiales y Métodos

Se visitó el área de estudio en tres años 1999, 2001 y 2002, se obtuvieron datos del ambiente y condición de los huevos de *S. aeneus* durante su incubación. En el año de 1999 se realizaron tres salidas al área de estudio durante el inicio de la temporada de lluvia, porque se tenía la referencia de que la anidación se lleva a cabo en ese momento, en el año 1999 se localizaron seis nidos de *Sceloporus aeneus* ubicados dentro de montículos de tierra hechos por tuzas al construir sus galerías subterráneas (Sánchez–Herrera, 1980; Gillette, 1986) y se hizo un monitoreo a éstos, durante los meses de julio a septiembre de este año; durante el año 2001 se localizaron tres nidos y se monitorearon de agosto a septiembre; mientras que en el año de 2002 se localizaron 17 nidos y se llevó a cabo el monitoreo de los huevos cada 14 días. En cada visita al área de estudio se hizo un seguimiento de los huevos en el cambio de su tamaño y peso, así mismo se registró a los huevos dañados por depredación a los cuales se les consideró como muertos porque el embrión no continuó su desarrollo. Los muestreos se hicieron de 10:00 a.m. a 1:00 p.m.

En cada nido se hizo un conteo inicial de los huevos, marcándolos con un plumón indeleble pintándoles una raya para volver a depositarlos en la posición original para evitar el desprendimiento del embrión y éste muriera; cada huevo se pesó con una balanza granataria Ohaus (± 0.1 gr) y se midió el largo y ancho con un calibrador vernier (± 0.1 mm), se volvieron a colocar los huevos en el nido; se puso una señal con una tira de plástico de color naranja amarrada en un trozo de madera en cada nido para su posterior localización (ver Anexo I).

Se midió la temperatura ambiental a una altura de 30 cm sobre el nivel del nido y la del suelo del nido con un termocople HOBO ($\pm 0.1^\circ \text{C}$) en la profundidad en que se encontraron los huevos (2 a 5 cm de profundidad). Los valores de temperatura del nido se reportan por hora, y son valores promedio para cada hora, de un total de 14 días que fueron tomados al azar del periodo en el que estuvieron en incubación los huevos.

Con las medidas de largo y ancho se estableció el volumen de cada huevo, con la fórmula del volumen para un elipsoide (Shelby, 1965):

$$V = 4/3 \pi a^2 \cdot b$$

Donde:

$$\pi = 3.1416$$

$a^2 = 1/2$ del diámetro menor elevado al cuadrado.

$b = 1/2$ del diámetro mayor.

En cada muestreo se obtuvo una muestra de 100gr de tierra de un montículo aledaño similar al nido, para no afectar el substrato de los sitios de anidación, el suelo se llevó al laboratorio y se puso en un horno a 200°C por un periodo de 48 horas para desecar la muestra, posteriormente se sacó el porcentaje de humedad por la diferencia de peso, para conocer la cantidad de agua en los sitios de anidación (Aguilo, *et al.*, 1991).

En cada uno de los muestreos se tomó un huevo al azar de cada nido, el cual se midió en su largo y ancho, peso y fueron fijados en formaldehído al 10% (Rink *et al.* 1978) y se llevó al Laboratorio de Zoología de la FES Iztacala, para determinar el estadio en el que se encontraba cada

embrión con base en los criterios de Defaure y Hubert (1961), por ser el más utilizado en estudios con lacertilios ovíparos y vivíparos. Cada estadio de desarrollo embrionario tiene un número que va del uno al 40 y es de acuerdo al desarrollo morfológico del embrión, por ejemplo la cabeza, los ojos, dígitos, hocico, orificios auditivos, escamas y coloración.

La mortalidad de los huevos se consideró cuando el huevo fue afectado por mordiscos, perforaciones y/o desapareció; los no fecundados se distinguieron por encontrarse sin ningún daño externo en el cascarón y porque al retirar el cascarón el vitelo presentaba una apariencia de deshidratación (Andrews, 1982) ver Anexo I.

La sobrevivencia se consideró cuando se presentó la eclosión de la cría del huevo en incubación. Se estableció el porcentaje de sobrevivencia para cada año de estudio en base a la diferencia del total de huevos encontrados y huevos que sufrieron mortalidad.

En cada una de las visitas de los años 2001 y 2002 a la zona de estudio se registraron temperatura del nido, ambiental y humedad relativa en el suelo, se calculó el valor medio y desviación estándar de los valores de temperatura y humedad. Se aplicó una correlación de Pearson para establecer la relación entre el estadio de desarrollo embrionario, volumen y peso del huevo con las condiciones ambientales: temperatura del sustrato del nido y humedad relativa del suelo (Brunning y Kintz, 1977).

El monitoreo de huevos sirvió para establecer la tasa de crecimiento de cada huevo tomando en cuenta el peso y volumen de todos los huevos encontrados durante el año 2002 ya que durante este año se

hizo un seguimiento de los huevos con una periodicidad de 14 días; y se utilizaron las fórmulas siguientes:

Tasa crecimiento Volumen (TCV)

$$TCV = \frac{\text{Volumen 2} - \text{Volumen 1}}{\text{Días Transcurridos (48 días)}}$$

Tasa crecimiento Peso (TCP)

$$TCP = \frac{\text{Peso 2} - \text{Peso 1}}{\text{Días Transcurridos (48 días)}}$$

Debido a que las hembras de la especie anidan de forma desfasada y por lo tanto los huevos se encontraron en diferentes niveles de desarrollo durante el monitoreo, se decidió que los valores de Volumen 2 y Peso 2 fueran aquellos que se dieron al momento previo a la eclosión y los valores de Volumen 1 y Peso 1 fueron aquellos que se presentaron a los 48 días previos a la eclosión, esto permitió utilizar un mayor número de datos de huevos para el análisis.

Se utilizaron pruebas de correlación de Pearson para establecer las relaciones existentes entre el volumen y peso del huevo y entre volumen y peso individualmente con: estadio embrionario y número de huevos en el nido, humedad relativa del sustrato y temperatura del nido (programa Excel de Office XP).

Para encontrar a los posibles depredadores de huevos de *S. aeneus* en el año 2002 durante la época de anidación se realizó un muestreo en 11 montículos que no presentaban nidos para no afectar los montículos con presencia de nidadas. Se tomaron muestras de tierra (aproximadamente 4kg) y se llevaron al laboratorio para tamizar la tierra y separar los organismos encontrados y determinarlos a nivel de orden y familia y establecer bibliográficamente sus hábitos alimenticios (Borror y Dwightm, 1981) ver Anexo I.

Resultados

Porcentajes de depredación, no fecundidad y eclosión

En la tabla 1, se muestran el número de nidos, los huevos encontrados durante los años de muestreo (1999, 2001 y 2002), el porcentaje de huevos depredados y no fecundados, así como el número y porcentaje de huevos que sobrevivieron el periodo de anidación.

En la tabla 1, se observa que en el año 2002 se presentaron los mayores valores en los parámetros registrados.

Como se observa en la tabla 2, el total de huevos encontrados en los tres años de muestreo fue de 144, de éstos se registró una mortalidad del 13.19% y una tasa de huevos no fecundados del 13.19% y el porcentaje global de los años de muestreo dio un valor de 73.62% de huevos eclosionados.

Tabla 1. Porcentajes global de huevos depredados, fecundados y eclosionados durante los años 1999,2001 y 2002.

Año	1999	2001	2002
Número de nidos encontrados	6	3	17
Número de huevos registrados	39	33	72
Huevos depredados	2 (5.13%)	5 (15.16%)	12 (16.7%)
Huevos no fecundados	2 (5.13%)	1 (3.0%)	16 (22.2%)
Sobrevivencia (huevos eclosionados)	35 (89.7%)	27 (81.82%)	44 (61.1%)

Tabla 2.- Porcentaje total de huevos depredados y no fecundados durante los tres años de muestreo.

	Global	Porcentaje (%)
Núm.Huevos depredados	19	13.19
Núm.Huevos no fecundados	19	13.19
Núm.Huevos eclosionados (sobrevivencia)	106	73.62
Total	144 huevos	100

Depredadores potenciales encontrados en los montículos usados por las lagartijas para la anidación

En la tabla tres se observan los artrópodos encontrados dentro de montículos de tierra similares a donde anida *S. aeneus*, de los cuales se identificaron seis ordenes totales y dos de ellos como los posibles depredadores de los huevos, por sus hábitos alimenticios: las hormigas (Orden Hymenoptera) y los ciempies y milpies (Orden Miriapoda).

Tabla 3. Invertebrados encontrados dentro de los nidos de *S. aeneus*. (*) depredadores potenciales de los huevos en el nido.

Orden	Familia	Hábitos alimenticios	Nombre común
Ortóptera	Gryllacaridae	Se alimentan de hojas y raíces.	Cara de Niño.
Coleóptera	Staphylinidae	Son depredadores de otros insectos.	Escarabajo.
Coleóptera	Tenebrionidae	Se alimentan de plantas y raíces.	Escarabajo tenebrio.
Miriápoda*	-----	Se alimentan de materia orgánica.	Ciempies y milpies
Acarida	-----	Son organismos foréticos.	Acaro.
Hymenóptera*	Formicidae	Se alimenta de materia vegetal y orgánica.	Hormigas.

Aumento en Volumen y Peso del huevo

Durante el año de 1999, se encontraron seis nidos de *Sceloporus aeneus* en los meses de julio a septiembre (66 días), de los huevos encontrados se obtuvo un volumen promedio inicial de ($640.36 \pm 112.68 \text{mm}^3$, $n=3$), para la primera toma de datos y para la última ($763.55 \pm 65.26 \text{mm}^3$, $n=17$). El incremento de volumen fue de 19.23%; para el año 2001 se encontraron solamente tres nidos de los cuales se obtuvo un promedio inicial en el mes de agosto de ($693.28 \pm 118.69 \text{mm}^3$, $n=8$), con un aumento de volumen hacia el mes de octubre (78 días), a ($1165.42 \pm 322.68 \text{mm}^3$, $n=2$), lo cual equivale a un 68.10% de incremento.

Los registros de peso entre los meses de julio a septiembre de 1999 mostraron un incremento en su peso del 365%, y entre los meses de agosto y octubre del año 2001 se registró un incremento de 485%.

Durante el año 2002 se realizó un muestreo en 17 nidos encontrados durante los meses de junio a octubre (105 días) teniendo un promedio inicial en cuanto al volumen de $509.19\text{mm}^3 \pm 175.09\text{mm}^3$, $n=32$, teniendo al final una media de $923.62\text{mm}^3 \pm 202.83\text{mm}^3$, $n=32$, con un incremento del 81.39% en su tamaño; para el peso se encontró que hubo un incremento del 325%.

Desarrollo embrionario

Los huevos colectados durante los meses de agosto y septiembre del año 1999 se encontraron en el estadio de desarrollo 34, se revisó cuatro huevos para establecer el estadio de desarrollo de los embriones. Para el año 2001 el estadio inicial que se encontró fue de 36 durante el mes de agosto, (se puede ver el valor mínimo en la Fig. 5) y para el año 2002 el estadio inicial fue el estadio 30 durante el mes de junio y éste fue el estadio mínimo encontrado durante el estudio (ver valor mínimo de la Fig. 6); se dio un incremento gradual hasta en el estadio 40 que corresponde a la eclosión de la cría a fines de septiembre e inicio de octubre.

Relación del volumen y peso del huevo con el estadio embrionario

Para el año 1999 únicamente se obtuvieron los valores de cuatro huevos y se logró establecer una relación positiva y significativa entre el volumen y el peso del huevo ($r^2 = 0.97$, $P < 0.05$, $N = 4$) ver Fig 3.

La correlación del volumen del huevo con el peso del mismo para el año 2001, fue baja lo que nos indica que no hay una relación estrecha entre

estos valores ($r^2 = 0.084$, $P = 0.05$, $N = 8$), ver Fig. 4. Para el año 2002 se obtuvo una relación directa significativa entre los valores del volumen y peso del huevo ($r^2 = 0.95$, $P < 0.05$, $N = 33$) ver Fig. 5.

En la figura 6 se observa la relación positiva y significativa entre el peso del huevo y el estadio de desarrollo embrionario durante el año 1999 ($r^2 = 0.87$, $P < 0.05$, $N = 4$).

La relación entre peso del huevo y estadio embrionario se presenta en la figura 7, muestra que no existe una relación entre los elementos ($r^2 = 0.03$, $P = 0.05$, $N = 8$) durante el año 2001. Mientras que en el año 2002 la misma relación fue positiva y significativa ($r^2 = 0.80$, $P < 0.05$, $N = 33$) como se muestra en la figura 8.

En cuanto a la relación volumen del huevo con el estadio embrionario en el año de 1999 se encontró una relación positiva y significativa entre ambos ($r^2 = 0.91$, $P < 0.05$, $N = 4$) ver figura 9. En el año 2001, se encontró una relación directa y significativa ($r^2 = 0.86$, $P < 0.05$, $N = 8$), como se observa en la figura 10. También se encontró una relación directa y significativa en el año 2002 ($r^2 = 0.86$, $P < 0.05$, $N = 33$) (Fig. 11).

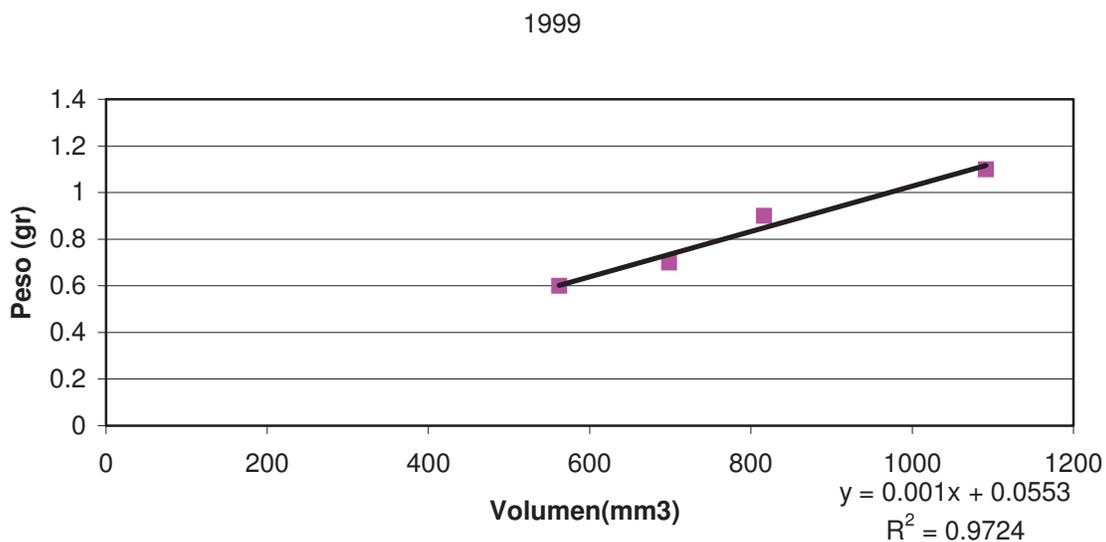


Figura 3. Relación entre volumen y peso del huevo de *S. aeneus* durante el año 1999.

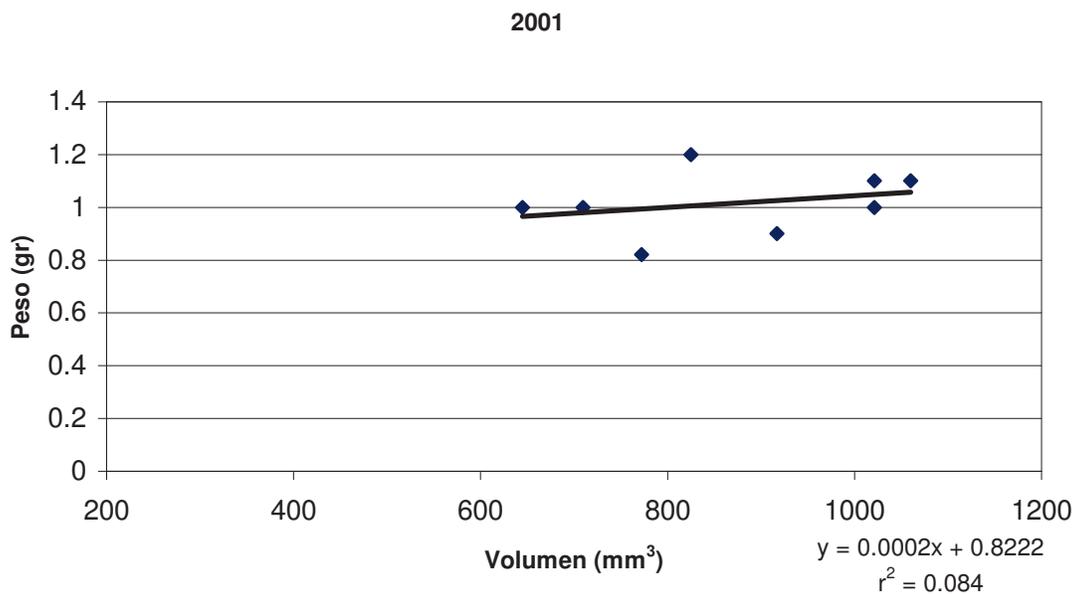


Figura 4. Relación entre volumen y peso del huevo de *S. aeneus* durante el año 2001.

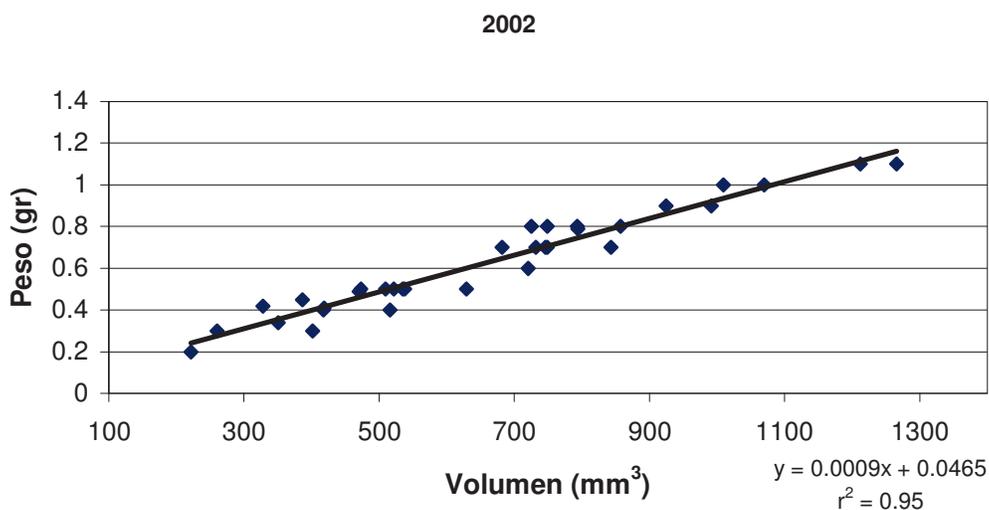


Fig. 5. Relación entre volumen del huevo y el peso del huevo de *S. aeneus* durante el año 2002.

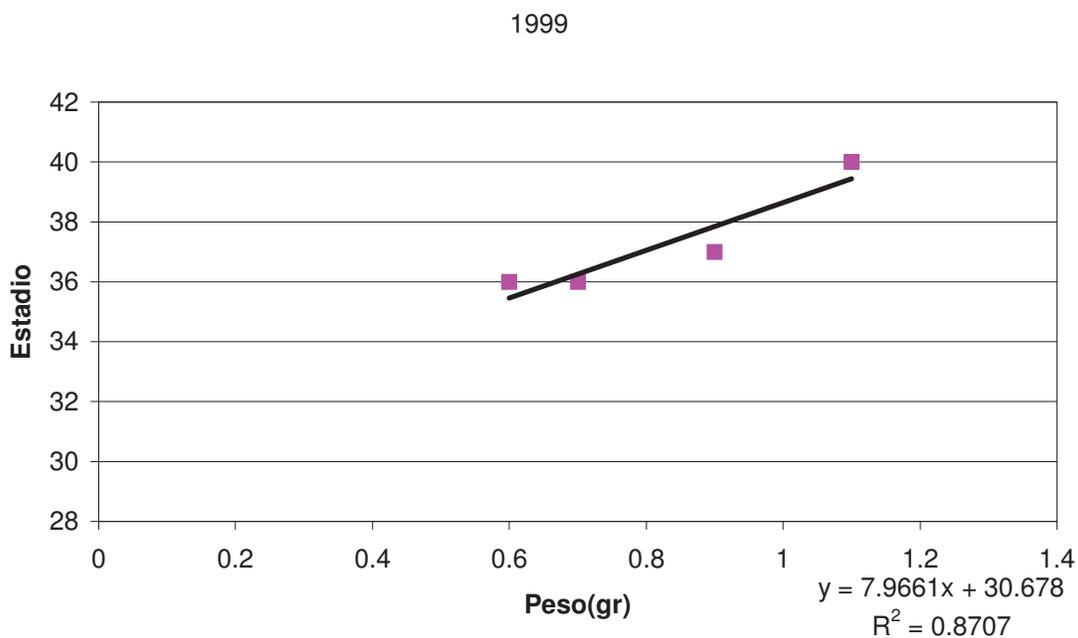


Figura 6. Relación entre el peso del huevo y el estadio de desarrollo embrionario *S. aeneus* durante el año 1999.

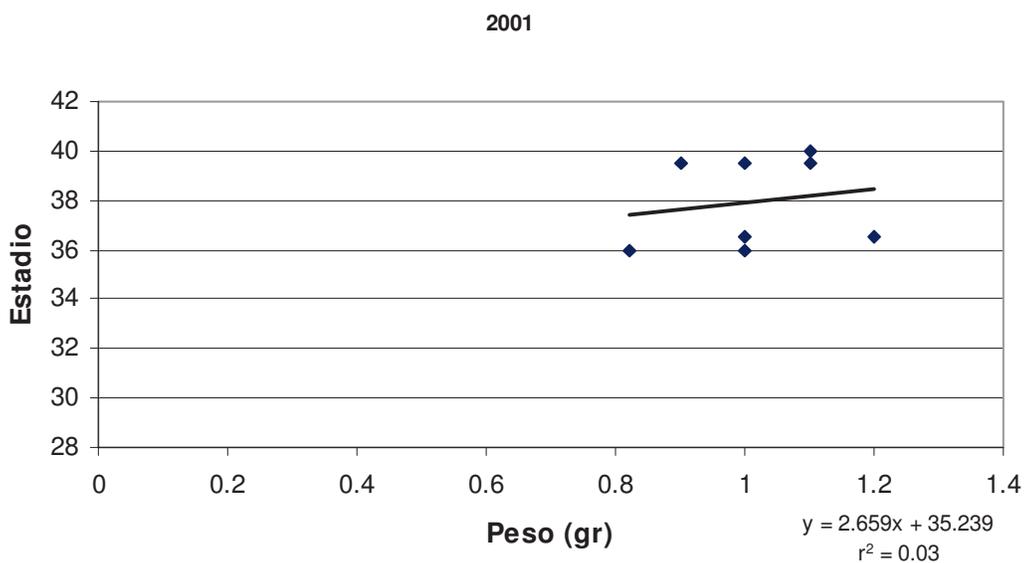


Figura 7. Relación entre el peso del huevo y el estadio de desarrollo embrionario *S. aeneus* durante el año 2001.

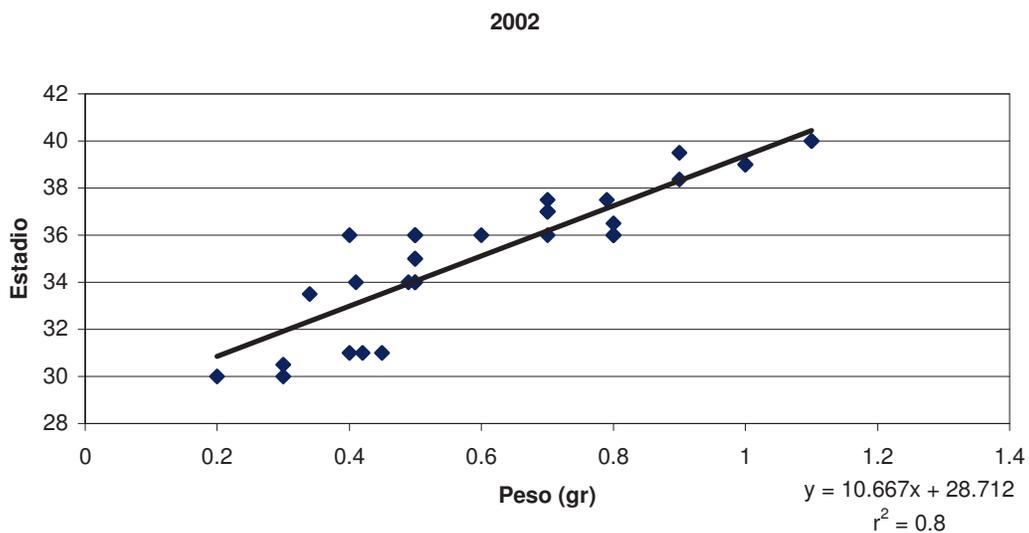


Fig. 8. Relación entre el peso y estadio embrionario del huevo de *S. aeneus* durante el año 2002.

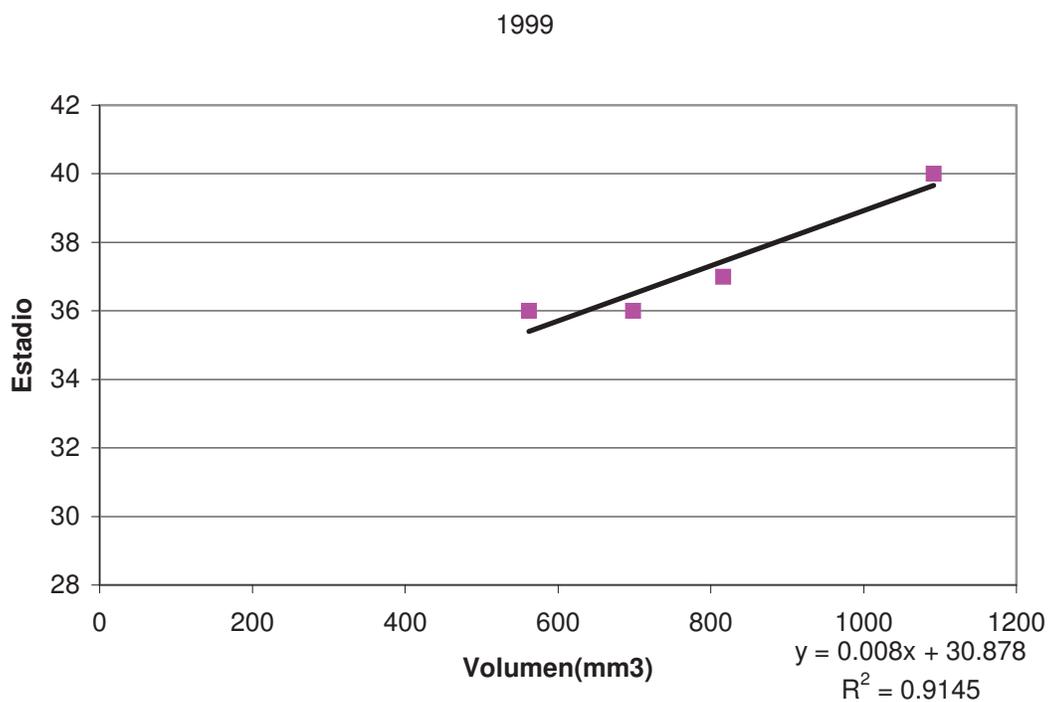


Figura 9. Relación entre volumen del huevo y estadio embrionario de *S. aeneus* durante el año 1999.

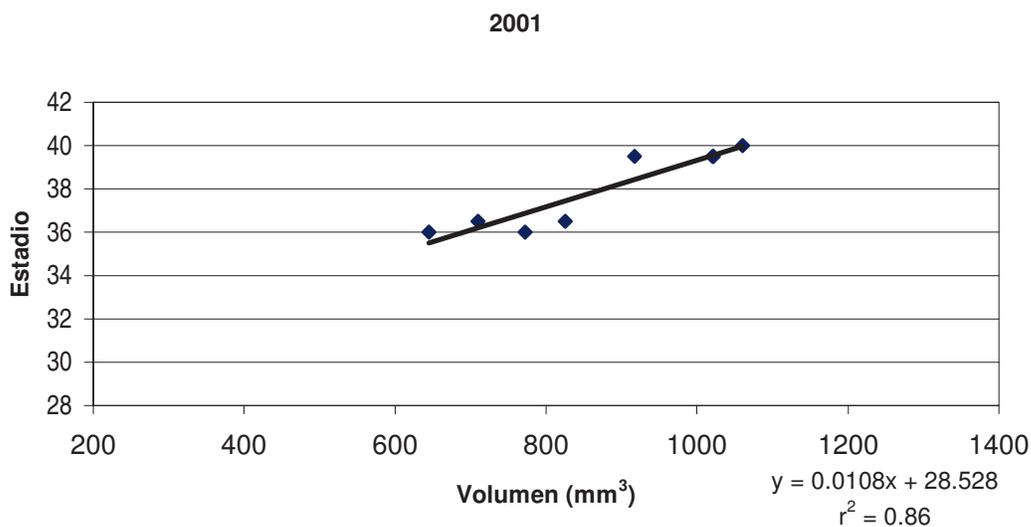


Figura 10. Relación entre volumen del huevo y estadio embrionario de *S. aeneus* durante el año 2001.

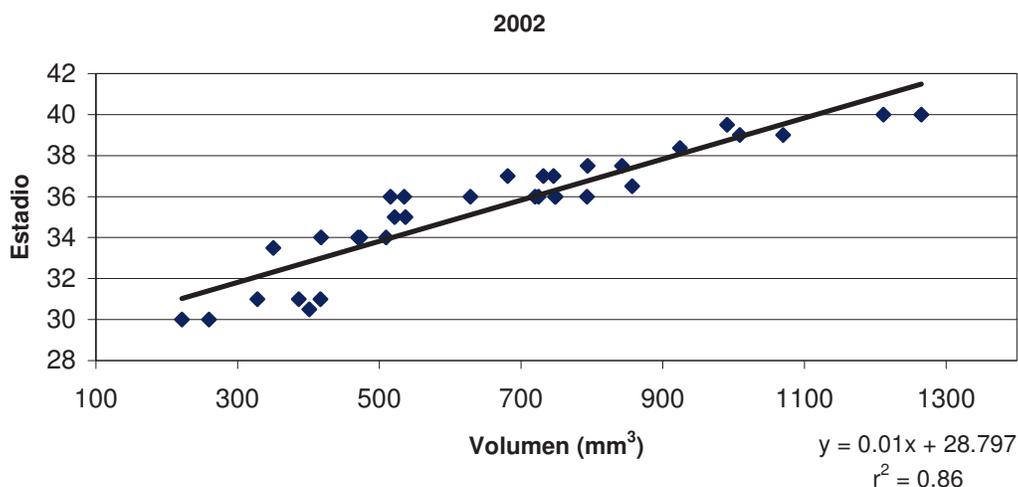


Fig. 11. Relación entre el volumen del huevo y el estadio embrionario de *S. aeneus* durante el año 2002.

Tasa de crecimiento para el 2002

Fue evidente que existió un incremento paulatino en peso y volumen en los huevos a lo largo de la incubación en los años estudiados. Con los datos del año 2002, cuando se tuvo mayor número de muestra, se estimó que en los últimos 48 días antes de la eclosión el huevo tuvo una TCP promedio de 0.0082 ± 0.004 gr/día (intervalo 0.001 a 0.02 gr/día), mientras que la TCV fue de 9.38 ± 5.27 (intervalo 3.34 a 24.4 mm³/día).

La correlación de la TCP y TCV fue directa y significativa ($r^2 = 0.76$, $P < 0.05$, $N = 31$) (ver Fig. 12). También fue significativa la correlación entre el TCP del huevo y el estadio de desarrollo del embrión dentro del huevo ($r^2 = 0.71$, $P < 0.05$, $N = 31$). Y la correlación de la TCV con el estadio de desarrollo del embrión ($r^2 = 0.88$, $P < 0.05$, $N = 31$) fue también significativa.

El incremento del peso del huevo no estuvo correlacionado con la humedad relativa del substrato ($r^2 = 0.0003$, $P > 0.05$, $N = 31$), tampoco con la temperatura del substrato ($r^2 = 0.13$, $P = 0.05$, $N = 31$), y de igual manera con el número de huevos en el nido ($r^2 = 0.11$, $P > 0.05$, $N = 31$).

El aumento en el volumen del huevo no tuvo relación alguna con la humedad relativa en el substrato ($r^2 = 0.014$, $P > 0.05$, $N = 31$). Entre el volumen del huevo y la temperatura en el substrato la correlación fue baja pero significativa estadísticamente ($r^2 = 0.21$, $P = 0.009$, $N = 31$). Y lo mismo sucedió entre el volumen del huevo con el número de huevos en el nido ($r^2 = 0.20$, $P = 0.011$, $N = 31$).

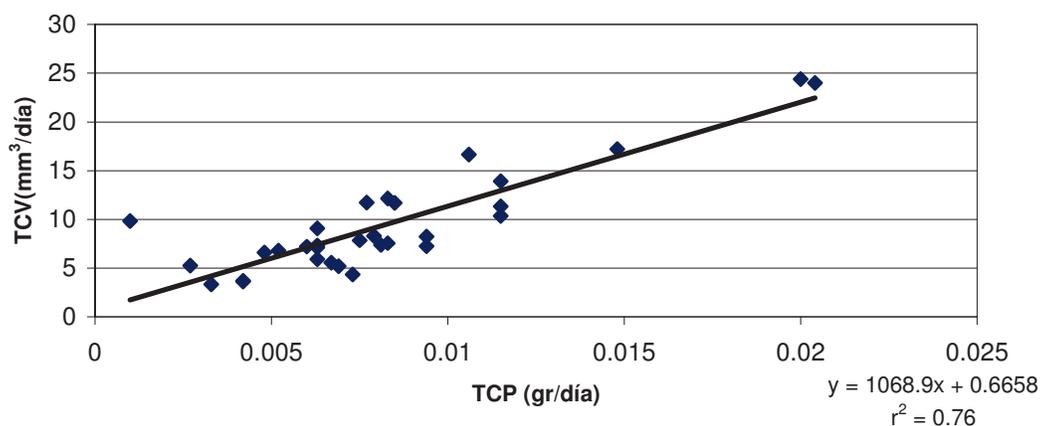


Figura 12. Relación entre la TCP y TCV del huevo de *S. aeneus* durante el año 2002.

Humedad en los nidos de *S. aeneus*

La figura 13 muestra los porcentajes de humedad en substrato encontrados durante el año 2001, registrando un promedio de $49 \pm 0.106\%$;

con un valor menor (39.61%) durante el mes de octubre y un valor mayor (51.55%) durante el mes de septiembre.

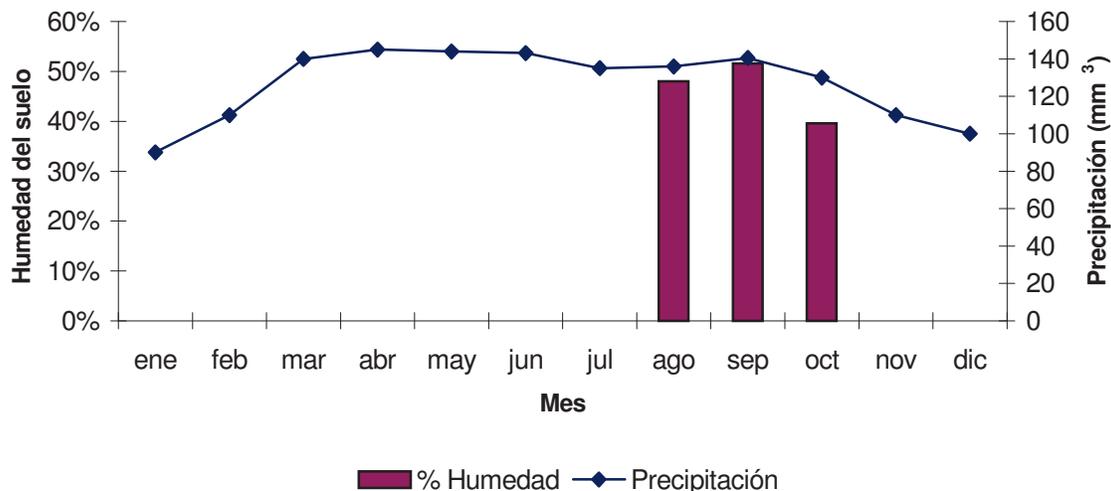


Figura 13.- Porcentaje de humedad relativa y precipitación registradas en el suelo donde se encuentran los nidos de *S. aeneus* en el 2001. Los valores de precipitación pluvial se obtuvieron de SPP (1981).

En el 2002 es evidente que durante el periodo de anidación e incubación de los huevos (junio a septiembre) se presentan altos valores de humedad en el substrato con respecto al mes de octubre cuando desciende la humedad, mientras que en mayo y noviembre se dan los valores más bajos, por lo tanto hay diferencias significativas de la humedad entre los meses (prueba de Kruskal-Wallis One Way Análisis de Varianza $H = 19.675$ $df = 6$ $P = 0.003$) ver figura 14.

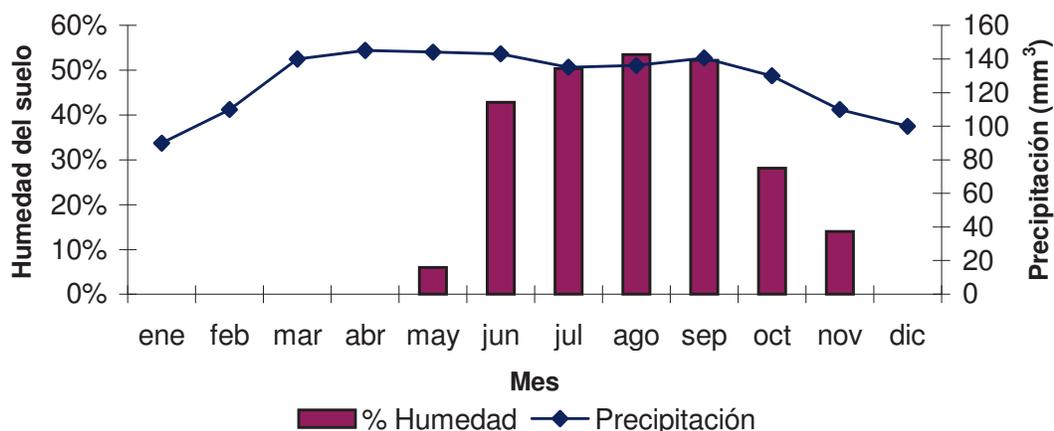


Figura 14. Porcentaje de humedad y precipitación relativa registradas en el suelo donde se encuentran los nidos de *S. aeneus* en el 2002. Los valores de precipitación pluviométrica se obtuvieron de SPP (1981).

Temperatura del sustrato de los nidos de *S. aeneus*

En la figura 15 se observa el comportamiento de la temperatura del sustrato, en las 24 horas del día, considerando 24 días tomados al azar durante la incubación en el año 1999. Existieron diferencias significativas en los valores medios de cada hora durante la incubación (Prueba de Kruskal-Wallis $H = 563.502$, $df = 23$, $P < 0.001$). Desde las cero horas la temperatura baja levemente hasta las ocho de la mañana que es cuando se da la temperatura más baja. A partir de las nueve de la mañana la temperatura tiene un incremento gradual hasta las 14 horas, en donde tiene su pico máximo, la temperatura empieza a declinar después de las 16 horas. La temperatura promedio en el nido fue de $12.97 \pm 6.65^{\circ}\text{C}$, con una máxima de 24.72°C y una mínima de 5.60°C ; teniendo una diferencia de temperaturas de 19.12°C entre la hora más fría y la más cálida.

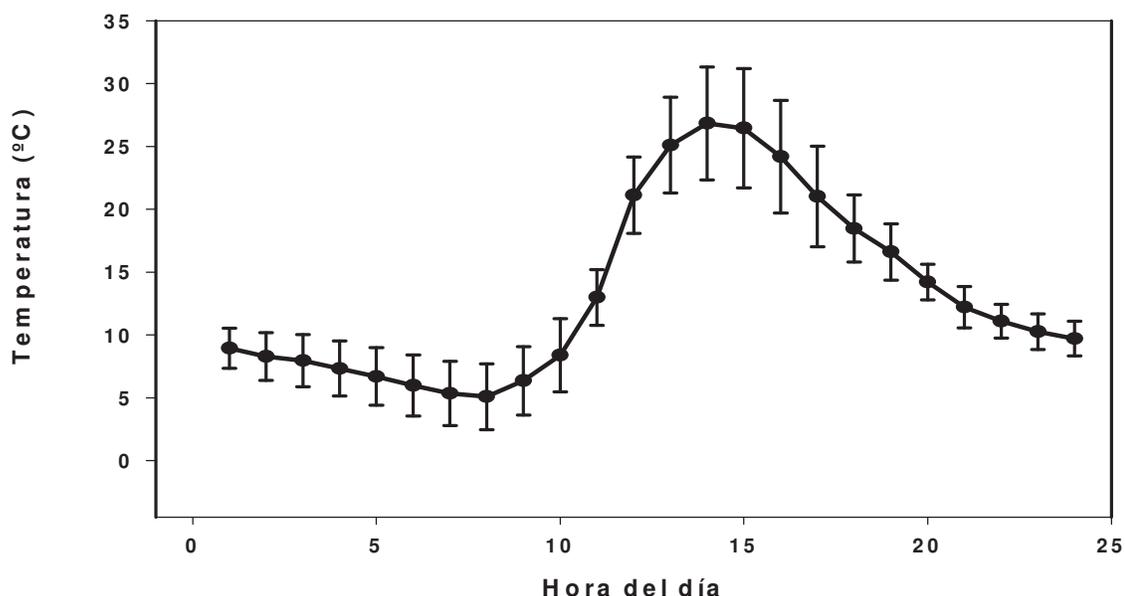


Figura 15. Valores promedio de temperatura por hora del sustrato, tomados por 14 días durante la incubación de los huevos en 1999. Temperatura registrada con un termocople HOBO ($\pm 0.1^{\circ}$ C). Los círculos en la gráfica es el valor medio y las líneas verticales la desviación estándar.

En la figura 16 se observa el comportamiento de la temperatura del sustrato, en las 24 horas del día durante 14 días, considerando 14 días tomados al azar durante la incubación en el año 2002. Existieron diferencias significativas en los valores medios de cada hora durante la incubación (Prueba de Kruskal-Wallis $H = 506.502$, $df = 23$, $P < 0.001$). De las cero a las ocho horas se presentan las menores temperaturas en el sustrato y es a partir de las nueve que se inicia el incremento gradual hasta su pico máximo a las 15 hrs. Una hora después inicia el descenso progresivo. La temperatura promedio del sustrato del nido es de $13.38 \pm 5.17^{\circ}$ C, con una máxima de 22.57° C y una mínima de 7.45° C; teniendo una diferencia entre las temperaturas de 15.12° C. El comportamiento de la temperatura en ambos años es similar con escasa diferencia entre las temperaturas promedio.

Los valores de temperatura entre 1999 y 2002 son diferentes significativamente (Prueba de Kruskal-Wallis: $H = 4.246$ $df = 1$, $P = 0.039$), de acuerdo al valor medio de temperatura anual el 1999 fue un poco más cálido.

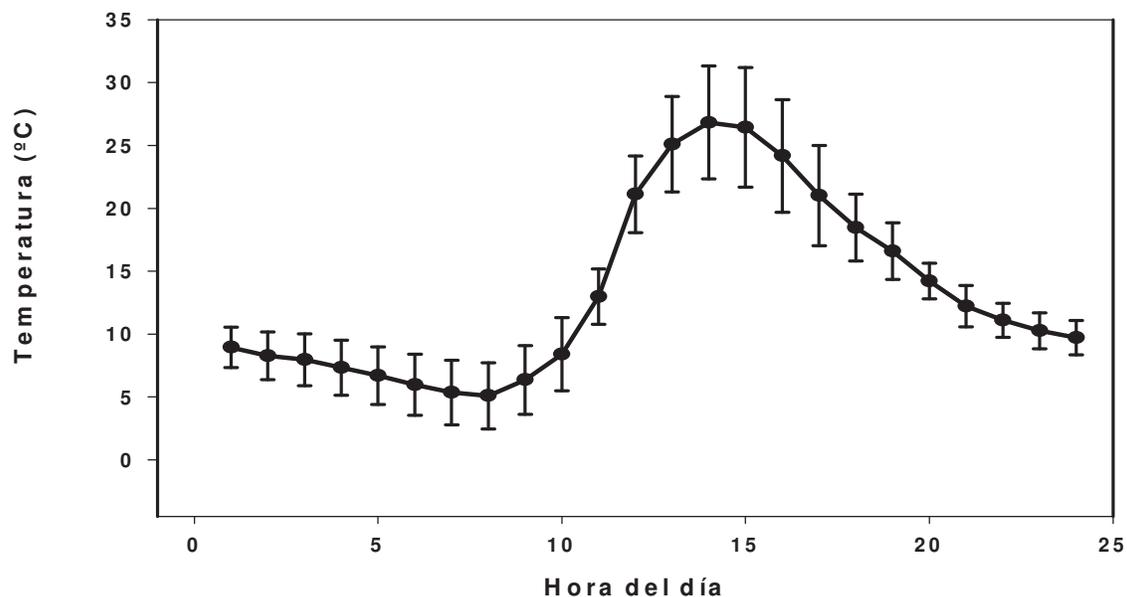


Figura 16. Valores promedio de temperatura por hora del sustrato, tomados por 14 días durante la incubación de los huevos en el 2002. Temperatura registrada con un termocople HOBO ($\pm 0.1^{\circ}\text{C}$). Los círculos en la gráfica es el valor medio y las líneas verticales la desviación estándar.

Conclusiones

- En *S. aeneus* que habita en el Nevado de Toluca, la sobrevivencia en la etapa de huevo es alta porque del 73.6% de los huevos se presenta la eclosión de la cría.
- La mortalidad de los huevos durante su incubación fue del 13.19% y se debe principalmente a la acción de hormigas, ciempiés y milpies.
- El porcentaje de huevos no fecundados presentó un valor similar a huevos depredados.
- Durante la incubación existe un incremento paulatino del huevo en una TCP de: $X = 0.0082 \text{ gr/día}$ y una TCV de: $X = 9.38 \text{ mm}^3/\text{día}$. Y con una estrecha relación entre ambos parámetros debido posiblemente a un proceso de hidratación del huevo principalmente.
- La alta relación entre el incremento de peso y el volumen del huevo con el avance del desarrollo embrionario muestra la dependencia del embrión por el agua para su desarrollo dentro del huevo.

ANEXO I



Vista general del hábitat del lacertilio *Sceloporus aeneus*.



Montículo de tierra donde anida *Sceloporus aeneus*.



Ubicación de los huevos monitoreados en el nido de *Sceloporus aeneus*.



Apariencia de los huevos no fecundados localizados en el nido de *Sceloporus aeneus*.



Obtención de la tierra para su tamizado para la localización de los posibles predadores de huevos.



Se muestran los posibles depredadores de los huevos encontrados en los nidos de *Sceloporus aeneus*.

Referencias

- Aguilo, A. M., Aramburu, M. M., Ayusco, C. E., Blanco A., Clatayud, P. L., Ceñal, G. F., Cifuentes, V. P., Escribano, B. R. Francés, A. E., Glaría, G. G., González, A. S., Lacota, M. E., Muñoz, R. C., Ortega, H. A., Otero, P.I., Ramos, F.A. y Sáiz, O. M, 1991. Guía para la elaboración de estudios de medio físico: contenido y metodología. 3a ed. Ministerio de Obras Públicas y Transporte. Madrid. España. 572 pp.
- Andrews, R. M. 1982. Spatial variation in egg mortality of the lizard *Anolis limifrons*. **Herpetological**. 38 (1): 165-171.
- Andrews, R. M. y Qualls, C. P. 1997. Effects of low temperature on embryonic development of *Sceloporus* lizards. **Copeia**. Vol (4): 827-833.
- Andrews, R. M. y Sexton, O. J. 1981. Water relations of the eggs of *Anolis auratus* and *Anolis limifrons*. **Ecology**. 62 (3): 556-562.
- Andrews, R. M. y Mathies, T. 2000. Natural history of reptilian development: constraints on the evolution of viviparity. **BioScience**. 50 (3): 227-238.
- Balinger, R.E. 1977. Reproductive strategies: food availability as a source of proximal variation in a lizard. **Ecology**. 58: 208-221.
- Borror, D. J. y De Long D. M. 1981. An introduction to the study of insects. 5a ed. Saunders College Publishing. New York. USA. pp. 289-296.
- Brunning, J., L. y Kintz, B. 1997. Computational handbook statistics. 2a ed. Scott Foresman and Co. Illinois. USA. 338 pp.
- Colon, T. L. 1987. Estudio florístico ecológico de los hongos en el Parque Nacional Nevado de Toluca. Tesis de Licenciatura (Biología). UNAM ENEP Iztacala. México.
- Dufaure, J., P. y Hubert, J. 1961. Table de Développement du Léopard Vivipare : Lacerta (Zootoca) Vivipara Jacquin. **Arch. Anat. Microscop. Morphol. Exp**. 50: 309-328.

- Dunham, A. E. 1982. Demographic and life-history variation among population of the iguanid lizard *Urosaurus ornatus*: implications for the study of the life history phenomena in lizards. **Herpetologica**. 38: 208-221.
- Finkler, M. S. 1999. Influence of water availability during incubation on hatchling size, body composition, desiccation tolerance, and terrestrial locomotor performance in the snapping turtle *Chelydra serpentina*. **Physiol. Biochem. Zool.** 72: 714-722.
- Guillette, L. J. J., Jones, R. T. E., Fitzgerald, K. T., y Smith, H.M. 1980. Evolution of viviparity in the lizard genus *Sceloporus*. **Herpetology**. 27 (2):168-174.
- Guillette, L. J. J. 1981. Reproductive strategies and the evolution of viviparity in two allopatric populations of the mexican lizard *Sceloporus aeneus*. Doctoral Thesis in Physiology. University of Colorado. USA. 120 pp.
- Guillette, L. J. J. 1986. Notes on ovoposition and nesting in the high elevation lizard, *Sceloporus aeneus*. **Copeia**. 1: 232-233.
- Guillette, L. J. J. 1987. Hormones and reproduction in fishes, amphibians and reptiles. Nerris, D. O. y Jones, R. E. (eds.) Plenum Publishing Corporation. pp. 523-562.
- Guillette, L.J.J. y Lara-Gongora, G. 1996. Notes on ovoposition and nesting in the high elevation lizard, *Sceloporus aeneus*. **Copeia**, 10 (1): 232-233.
- Gutzke, W. H. N. y Packard C.G. 1987. Influence of the hydric and thermal environments on eggs and hatching of bull snakes *Pituophis melanoleucus*. **Physiol. Zool.** 60: 9-17.
- Hernández, G. O. 1995. Estudio comparativo del patrón reproductor de los machos de dos especies de lagartijas emparentadas con distinto modo reproductor: *Sceloporus aeneus* y *S. bicanthalis*. Tesis de Licenciatura (Biología). UNAM Facultad de Ciencias. México.
- INEGI. 1999. Cuaderno estadístico del Estado de México. Toluca Estado de México.

- Janzen, F.J., Ast, J.C. y Paukstis, G.L. 1995. Influence of the hydric environment and clutch on eggs and embryos of two sympatric map turtles. **Funct. Ecol.** 9: 913-922.
- Ji Xiang y Florentino Braña.1999. The influence of termal and hydric enviroments on embryonic use of energy and nutrients, and hatchlig traits, in the wall lizards (*Podarcis muralis*). *Comp. Biochem. Physiol.* 124A: 205-213.
- Lorenzon P., Clobert, J., Oppliger A. y John-Alder, H. 1999. Effect of water constraint on growth rate, activity and body temperature of yearling common lizard (*Lacerta vivipara*). **Oecologia.** 118: 423-430.
- Manríquez, M. N. L. 1995. Estrategias reproductoras en las hembras de dos especies hermanas de lacertilios: *Sceloporus aeneus* y *S. bicantalis*. Tesis de Licenciatura (Biología). UNAM Facultad de Ciencias. 102 pp.
- Marco, A., Díaz-Paniagua, C. y Hidalgo-Villa, J. 2000. Influence of egg aggregation and soil moisture on incubation of flexible-shelled lacertid lizard eggs. **Can J. Zool.** 82: 60-65
- Mathies , T y Andrews, R. M . 1996. Thermal and reproductive biology of high and low elevation populations of the lizard *Sceloporus scalaris*: implications for the evolution of viviparity. **Oecologia.** 104: 101-111
- Méndez, C. F. 1983. Contribución al conocimiento de la ecología y ciclo reproductor de la lagartija vivípara *Sceloporus mucronatus*. Tesis de Licenciatura (Biología). UNAM ENEP Iztacala. México.
- Muth, A. 1980. Physiological ecology of desert iguana (*Dipsosaurus dorsalis*) eggs: temperature and water relations. **Ecology.** 61: 1335-1343.
- Olvera-Becerril, V. 2000. Ciclo y características reproductivas de una población de lagartija *Sceloporus pyrocephalus* (Squamata: Phrynosomatidae) de Bejucos Estado de México. Tesis de Licenciatura (Biología). UNAM ENEP Iztacala. México.
- Packard, M. J., Packard, G. C. y Boardman, T.J. 1980. Water balance of the eggs of a desert lizard *Callisaurus draconoides*. **Can. J. Zool.** 58: 2051-2058.

- Packard, G. C. y Packard, M. J. 1988. The physiological ecology of reptilian eggs and embryos. En: **Biology of Reptilia: ecology, defense and life history 16**. Gans and R.B. Huey C. Alan R. (ed.). Liss Inc. New York. USA. 523-606 pp.
- Packard, G. C. 1991. Physiological and ecological importance of water to embryos of oviparous reptiles. En: Egg incubation: its effects on embryonic development in birds and reptiles. Deeming, D.C. y Ferguson, M.W.K. (eds.) Cambridge University Press. Cambridge, UK. 213-228 pp.
- Packard, G. C., Tracy, C.R. y Roth, J.J. 1977. The physiological ecology of reptilian eggs and embryos, and evolution of viviparity within the class Reptilia. **Biol. Rev.** 52: 71-105.
- Rink, W. L., Hartel, K. E. y Saúl, W. G. 1978. A Report on current supplies and practices used in curation of ichthyological collections. Subcommittee on Curatorial Supplies and Practices of the ASIH Ichthyological Collection Committee. Mimeo, 64 p.
- Rodríguez, R. F. 1996. Estudio comparativo de los parámetros asociados al tamaño de camada o nidada en lacertilios emparentados. Tesis de Licenciatura (Biología). UNAM Facultad de Ciencias. México.
- Rzedowski, J. 1981. Vegetación de México. Editorial Limusa. México. 215-235 pp.
- Sánchez-Herrera, O. 1980. Herpetofauna of the Pedregal de San Angel. **Bull. Maryland Herpetol. Soc.** 16 (1): 9-18.
- Sexton, O. J. y Marion, K. R. 1974. Duration of incubation *Sceloporus undulatus* eggs at constant temperature. **Physiol. Zool.** 207: 227-236.
- Shelby, S. M. 1965. Standard math tables. 14a ed. Chemical Rubber Company, Cleveland USA.
- Shine, R. y Bull, J. J. 1979. The evolution of live-bearing in lizards and snakes. **Am. Nat.** 113: 905-923.
- Shine, R. 1983. Reptilian viviparity in cold climates: testing the assumption of an evolutionary hypothesis. **Oecologia.** 57: 397-405.

- Shine, R. 1984. Physiological and ecological question on the evolution of reptilian viviparity. En: **Respiration and metabolism of embrionic vertebrates**. Seymour, R.S. (ed.). W. Junk Publishers, Dordrecht/Boston/London.
- Shine, R. 1985. A new hypothesis for the evolution of viviparity in reptiles. **Am. Nat.** 145: 809-823.
- Shine, R. y Guillette, L. J. 1988. The evolution of viviparity in Reptiles; A physiological model and its ecological consequences. **J. Theoretical Biol.** 132: 43-50.
- SSP, 1981. Síntesis Geográfica del Estado de México. México.
- Tinkle, D. W y Gibbons, J.W. 1977. The distribution and evolution of viviparity in reptiles. **Misc. Publ. Mus. Zool., Univ. Michigan.** 154: 1-55.
- Tracy, C. R., G. C. Packard y M. J. Packard. 1978. Water relations of chelonian eggs. **Physiol. Zool.** 51: 378-387.
- Uribe-Peña Z., Ramírez-Bautista, A. y Casas Andreu, G. 1999. Anfibios y Reptiles de las serranías del Distrito Federal, México. Cuadernos 32. Instituto de Biología. UNAM. 39-41 pags.