



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

**“CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA BIOLOGIA
DE LA TORTUGA MOJINA (*Rhinoclemmys areolata*) EN
CAUTIVERIO”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE BIÓLOGA.

PRESENTA:

PÉREZ QUIJANO YOLOTZIN NALLELY

DIRECTORA DE TESIS: BIOL. BEATRIZ RUBIO MORALES



LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MEXICO 2008

AGRADECIMIENTOS

*“Para empezar un gran proyecto, hace falta valentía.
Para terminar un gran proyecto, hace falta perseverancia”*

Esta tesis esta dedicada a esos cuatro seres maravillosos que me han acompañado a lo largo de mi vida, tanto en cuerpo, como en espíritu: MIS ABUELITOS, porque cada logro siempre ha sido pensando en ellos y por el gran amor que les tengo desde siempre y para siempre... Gracias por permitirme sentir su presencia a diario, por saber que donde quiera que se hayan ido, nunca se irán de mi corazón.

Bolita, sabes que todo esto es por y para ti, por ayudarme a salir adelante y ser mi inspiración en la vida.

Gracias a mis padres por darme la oportunidad de cumplir este sueño y ver que estos pueden ser tangibles si una lucha por alcanzarlos, hoy pongo en sus manos la prueba de que sus esfuerzos no han sido en balde, esperando lograr que se sientan orgullosos de la persona que hoy soy y que no sería sin ustedes. Los amo con toda mi alma y disfruten de este momento.. es suyo también.

Itzel, siempre recordaré tus recibimientos cuando regresaba de prácticas, creo que era una de las partes divertidas de irme, y muchas gracias porque cuando estuve bajo presión, me ofreciste tu ayuda para lograr sacar mi proyecto adelante.

Obviamente para lograr tener esta tesis en mis manos, se necesitó un guía, una persona importante que le dio forma a este trabajo y que estuvo caminando a la par conmigo fue mi asesora Bety, gracias, juntas lo logramos!!! Y sobre todo, juntas aprendimos mucho.

Agradezco de igual manera a mis sinodales, a Luis (+), a Lalo y a Lobato por las aportaciones hechas a mi trabajo de tesis, ya que enriquecieron este trabajo con su experiencia y conocimientos.

Para toda persona es importante tener a quienes quiere cerca, afortunadamente conté con el apoyo y el cariño de personas muy muy importantes:

Comenzaré agradeciéndole a Juan el haber estado conmigo en prácticamente todo el proceso de la tesis hasta el día de hoy; hiciste de las observaciones momentos divertidos y el tiempo pasaba más rápido teniéndote junto a mi, también agradezco que me hayas dado empujoncitos de vez en cuando y los ánimos que me dabas cuando comenzaban a decaer en mí, sin esos plazos que me ayudabas a cumplir, quizá hubiera tardado más en lograrlo.

Durante estos 5 años de formación como Bióloga me encontré a muchos amigos, pero antes de ella contaba con unos que jamás dejaran de ser importantes, quiero darle las gracias a mis grandes amigas: Isabel, Maricarmen, Tere, Yu y Dulce porque me han acompañado a lo largo de estos años y han visto el cambio que se generó en mí desde la Yolo casi niña hasta la persona que hoy soy, sobretodo gracias porque jamás nos hemos soltado de la mano y porque me han impulsado y de vez en cuando regañado para luchar por cada uno de mis sueños.

Por otra parte existen personas que dejan huella en tu vida, yo estoy conciente que una de las decisiones más importantes de mi vida, como lo fue la elección de carrera, estuvo influenciada en gran parte a un ser al cual aprecio y admiro

mucho: Iris Rojas Eisenring, por despertar en mi ese interés escondido por el mundo de la Biología, en el cual ahora me siento feliz, Mil Gracias por ser un ejemplo en mi vida! con mucho respeto, cariño y orgullo puedo decirte que ahora puedes ver los frutos de esa semillita que sembraste hace 7 años en mí.

En esta etapa conté con personas importantes para mi, gracias a:

- Gaby: Por ser la primera amiga que conocí y que estuvo conmigo aunque el tiempo lo hiciera difícil, también por la gran compañía que representas y por todo lo que vivimos y descubrimos juntas.
- Estela: Por reírte de mis locuras y compartir conmigo esos momentos.
- Saraí: Por ayudarme a integrar a ese grupo y por echarme la mano en todo momento, por ser mi cómplice, mi amiga, y mi ahora big sister; por tu confianza y cariño.
- Ligia: Porque aunque por separado cada una vivió esta experiencia, estuvimos unidas desde el inicio en mayor o menor grado, pero después de todo, unidas en el fin, hiciste más ligeros algunos momentos pesados y logramos esta gran amistad.
- Chiroliro: Por divertirme conmigo, por ofrecerme tu amistad, por ese choque que marco nuestros caminos y por compartir esos momentos tan frustrantes, también por permitirme ayudarte de vez en cuando.
- Felipe: Por cuidarme, por tu amistad sincera, por el cariño que nos tenemos y porque deseo de corazón que mi yo masculino se quede a mi lado para seguir enriqueciendo nuestra amistad, sea cual sea nuestro camino.
- Ariana: Porque hubo muchos cambios en nuestras vidas pero ante todo, confiaste en mí siempre.
- Miguel: Por haber sido un gran compañero, porque me viste crecer en este mundo y porque deseo que nuestra amistad nunca termine.
- A Paco, Tikepanes, Bere, Rosy, Isma y David por los momentos que compartimos en estos pocos pero valiosos años y por la amistad que me brindaron.

Para finalizar un agradecimiento muy especial a todos aquéllos profesores que contribuyeron a mi formación como Bióloga, no mencionaré nombres porque son varios pero agradezco aún más a quienes creyeron desde el principio en mi capacidad y me lo hicieron saber, así como a quienes me echaron la mano al resolverme dudas, explicarme y después demostrarme que no fui solo una alumna más, sino alguien a quien llegaron a apreciar. Gracias por la oportunidad que me dieron todos y cada uno de ustedes de aprenderles algo, aunque en definitiva me hubiera gustado sacarles más jugo.

Si alguien me faltó les pido disculpas, de cualquier manera con el simple hecho de haber formado parte de mi vida, saben que en algo ayudaron a que yo sea quien soy hoy.

“Los sueños nunca desaparecen siempre que las personas no los abandonan”... este sueño apenas comienza.

INDICE

Resumen	6
Introducción	7
Antecedentes	10
Manejo en cautiverio	10
Reproducción	11
Incubación	14
Crecimiento	16
Enfermedades	16
Biología de la especie	18
Objetivos	21
Material y métodos	22
Aspectos reproductivos	22
Crecimiento	28
Enfermedades	30
Manejo en cautiverio	31
Resultados	33
Reproducción	33
Cortejos	33
Cópula	38
Puestas	38
Crías	42
Crecimiento	43
Tasa de crecimiento	43
Modelo de Von Bertalanffy	44
Enfermedades	46
Descripción de las enfermedades presentadas	46
Tratamientos	48
Frecuencia de enfermedades y tasas de incidencia	50
Mortalidad	51
Manual de manejo en cautiverio	52
Análisis de resultados	65
Reproducción	65

Crecimiento	80
Enfermedades	85
Manual de manejo en cautiverio	89
Conclusiones	93
Bibliografía	96
Apéndices	107
A) Signología completa de las enfermedades presentadas.	107

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1 Distribución de <i>Rhinoclemmys areolata</i> (Merchán, 2002).	16
Figura 2 . Relación entre la temperatura promedio y humedad relativa anual exterior y número de cortejos por mes (éstos últimos se muestran en la parte superior de las columnas).	32
Figura 3. Parámetros ambientales (temperatura y humedad relativa exteriores) durante las estaciones del año.	33
Figura 4. Patrón de cortejo de <i>Rhinoclemmys areolata</i> .	35
Figura 5. Relación de temperatura y humedad relativa del arenero con el número de puestas en cada estación del año.	38
Figura 6. Parámetros ambientales del arenero y su relación con el número de puestas al mes.	38
Figura 7. Tasa de crecimiento (TC) de <i>Rhinoclemmys areolata</i> en función de la talla corporal (LC) en cautiverio. Se muestra su respectivo coeficiente de determinación (r^2).	41
Figura 8. Modelo de crecimiento de Von Bertalanffy.	42
Figura 9. Promedio de la longitud que alcanzan machos y hembras de <i>Rhinoclemmys areolata</i> dentro del Laboratorio de Herpetología, con sus desviaciones estándar.	43
Figura 10. Traumatismo en cuello	45
Figura 11. Lipidosis hepática en <i>Rhinoclemmys areolata</i> .	46
Figura 12. Frecuencia en porcentaje de las enfermedades de <i>R. areolata</i> en cautiverio durante un año.	49

Figura 13. Muerte de cría posteclosión.	49
Tabla 1. Ejemplo del rol de parejas que se estableció durante el periodo de experimentación.	22
Tabla 2. Correlación de Pearson y valor de p para las variables de temperatura y humedad relativa en relación al número de cortejos.	31
Tabla 3. Correlación de Pearson donde se observan las variables de temperatura y humedad relativa exterior anual por estacionalidad.	33
Tabla 4. Duración promedio y número de cortejos por mes.	36
Tabla 5. Correlación de Pearson para datos de temperatura y humedad relativa del arenero donde se realizaron las puestas, y su relación con éstas.	37
Tabla 6. Correlación de Pearson para la actividad reproductiva de la especie en sus fases de cortejo, cópula, puestas y nacimientos.	38
Tabla 7. Datos asociados a los huevos.	39
Tabla 8. Datos de las crías nacidas en cautiverio.	40
Tabla 9. Prueba de t en la que se ve la diferencia en la longitud de machos y hembras.	43
Tabla 10. Alimento consumido por cada cría nacida durante el periodo de estudio.	44
Tabla 11. Enfermedades que se presentaron en <i>R. areolata</i> en cautiverio y sus tratamientos aplicados.	47
Tabla 12. Tasa de incidencia de cada enfermedad anual.	48
Tabla. 13 Cuadro comparativo de algunos datos morfométricos de puestas y crías obtenidos en este estudio y de otros autores acerca de <i>R. areolata</i> en semicautiverio y cautiverio.	77

RESUMEN

El estudio en cautiverio de tortugas amenazadas es una herramienta para conocer una gran variedad de aspectos acerca de ellas; en esta tesis se habla de cortejos, puestas, incubación, nacimientos, crecimiento, enfermedades y manejo de *Rhinoclemmys areolata* en cautiverio. Se logró observar que presentan conducta reproductiva durante todo el año, así como puestas de huevos; también se pudo ver que esta especie ya está aclimatada al cautiverio y a sus condiciones, debido a que es capaz de reproducirse sin presentar gran variedad y frecuencia de enfermedades, tuvo un crecimiento óptimo de acuerdo a su edad y se presentan a su vez, las condiciones más adecuadas para el manejo de esta especie en un manual que pretende dar a conocer esta información de manera veraz, clara y fácil de entender.

ABSTRACT

The research of threatened turtles is a tool to learn great variety of aspects about them; this thesis talks about mating, incubation, births, growth, diseases and handling of *Rhinoclemmys areolata* in captivity. It was observed that they do have a reproductive conduct throughout the year, as well as laying of eggs; it was also possible to see that this species is already adapted to captivity and its conditions because it has been able to reproduce without presenting more than the usual diseases, neither frequent; it has grown ideally according to their age. Therefore the most suitable conditions for the handling of this species are shown in a manual that intends to give information accurately, clearly and easy to understand.

INTRODUCCIÓN

El hombre desde su inicio ha sentido curiosidad por el mundo que lo rodea, en el caso de la gran diversidad animal, hay grupos que han sido más estudiados que otros, los reptiles tienen poco tiempo siendo objeto de investigación a comparación de otros animales y a su vez, son uno de los grupos con más riesgo a la extinción por diversos factores.

Los reptiles han sido utilizados principalmente por el hombre (Murphy y Collins, 1980). Para el caso de las tortugas, se debe a que son atacadas con muchos fines ya sea para el comercio y cacería ilegal, para aprovechamiento y consumo de huevos, obtención de caparazones para ornato y como mascotas, además de ser frecuentemente atrapadas por redes de arrastre (Conway, 2004; Gianceselli *et al.*, 2005).

Varias especies de testudinos se encuentran en alguna categoría de riesgo según la CONABIO (conabio.gob.mx) y la NOM-059-SEMARNAT-2001 (ine.gob.mx). Dentro de la Familia Bataguridae se tiene una gran variedad de especies que van desde tortugas terrestres hasta acuáticas (Harless *et al.*, 1979), con distintos hábitos alimenticios, en esta Familia se localiza el género *Rhinoclemmys*, dentro del cual se encuentra la tortuga mojina (*Rhinoclemmys areolata*) (Murillo, 1996) que está amenazada debido a que se consume y se usa como mascota.

Se ha visto el cautiverio como una oportunidad de sobrevivencia para especies en situación de riesgo ya que facilita su conocimiento y su conservación, pues su hábitat natural ha sido destruido paulatinamente (Nelson *et al.*, 2002 ; Del Moral *et al.*, 2004; Coborn, 1994). El cautiverio tiene como finalidad un manejo adecuado, buena salud, prevención de enfermedades y la protección de los huevos para un mayor éxito reproductivo (Villalobos, 2005). También se pueden proporcionar condiciones únicas que en el medio silvestre no se tendrían, ya que el cautiverio permite controlar variables que en vida silvestre sería muy difícil asegurar, tienen alimentación constante y mayores cuidados, de igual manera, existen posibilidades de una mayor tasa de supervivencia que en

vida silvestre ya que durante la incubación y los primeros años de vida las crías no son susceptibles de ser depredadas e incluso se sabe que en algunos reptiles se puede llegar a tener animales de tamaño mayor, aunque todo ello depende del mantenimiento que se les de y las instalaciones donde los encontremos (Jackson *et al.*, 1978).

De cualquier manera el manejo en cautiverio tiene desventajas, tales como la posible presencia de comportamientos reproductivos aberrantes y disminución en la variabilidad genética en los organismos, aunque esto último, va de acuerdo a la población inicial con la que se lleve a cabo el manejo, ya que se puede dar el caso de que se formen poblaciones autosustentables (Murphy *op. cit.*, 1980). Por otra parte el tener animales en cautiverio permite conocer más acerca de la biología de estas especies para poder mantener un mayor cuidado de ellas, ya que es posible que se de una mayor propagación de enfermedades (Galindo *et al.*, 2005).

Para poder cubrir los aspectos anteriores en el cautiverio de *R. areolata*, necesitamos tener condiciones cercanas a su ambiente natural para no modificar los ritmos biológicos normales (Del Moral, 2004). Por lo que se es preferible tener a los ejemplares de esta especie en un lugar con una alta humedad ambiental y vegetación, manteniéndolos al exterior durante más tiempo en los meses más cálidos. Su recinto debe tener un pequeño estanque. Esta especie no debe hibernar (Morris, 2003; Cobb, 1994) debido a que es tropical y si se obliga puede morir. Se les debe poner hojarasca, cuevas y troncos porque a estas tortugas les gusta mucho esconderse (Murillo, *op. cit.*). Dependiendo del organismo puede pasar más o menos tiempo en el agua. Les encanta la lluvia y puede convivir con otras especies de necesidades similares sin problemas (Pallisé, 2005).

El éxito reproductivo depende en gran medida de la similitud del cautiverio con la vida silvestre y los programas de reproducción para preservar especies en riesgo ya que podrían permitir su eventual liberación en los hábitats convenientes y disponibles (Murphy *op. cit.*, 1980).

Dadas las condiciones anteriores, se pretenden aportar datos importantes para el manejo y la preservación de *Rhinoclemmys areolata*.

La especie *R. areolata* esta en la categoría de amenazada y se pretende aportar datos importantes para su conservación; por lo que se mantuvo a esta especie en cautiverio, tratando de reproducirla, evaluar su crecimiento y ver que enfermedades puede padecer mas comúnmente.

ANTECEDENTES

❖ **Manejo en cautiverio**

Murillo (1996), propuso en el manejo en cautiverio de algunas especies de Bataguridos: acuarios con un espacio con agua y un espacio seco que incluya rocas, tierra y escondites, una temperatura que oscile entre 24-27°C, limpieza en el acuario, asoleo por lo menos dos veces a la semana de las tortugas y fotoperiodos de 13 horas luz/11 horas oscuridad; en cuanto a la alimentación menciona que debe ser en tierra y con una dieta omnívora dos o tres veces por semana de acuerdo a la temperatura.

Rubio (1998) menciona que las tortugas semiacuáticas deben ser mantenidas a una temperatura que fluctúe entre los 25-30°C, asoleo, limpieza diaria para crías y dos veces por semana para adultos, esterilización y lavado del área para oviposición, alimentación omnívora y con alimento comercial en sus fórmulas de crecimiento y/o de adulto.

Mittermeier (1971) observó que en cautiverio los hábitos alimenticios de *Rhinoclemmys annulata* cambiaron respecto a la vida silvestre, ya que rechazó la comida que antes del cautiverio consumía, aunque no menciona a que podría deberse.

Villalobos (2005) reporta que en el mantenimiento de las tortugas del Acuario de Veracruz, *Rhinoclemmys areolata* consume una dieta consistente en: papaya, lechuga larga, plátano macho, jitomate y alimento comercial, concluyendo que esta dieta es adecuada debido a que las tortugas no presentan enfermedades y se encuentran en un buen estado de salud.

❖ **Reproducción**

El dimorfismo sexual es importante en muchas especies, por ejemplo, Ernst *et al.* (1973), reportan que en condiciones silvestres, las hembras de *Kinosternon subrubrum* tienen el plastrón más largo que los machos, mientras que éstos presentan un caparazón más largo que las hembras. Otras tortugas como *Chelydra serpentina* presentan dimorfismo sexual respecto a la longitud de la cola a la precloaca, siendo más elejada en los machos y más cercana a la base de la cola en las hembras, según reportan White *et al.*, (1973).

La madurez sexual puede presentarse a edades tempranas en *Chrysemys scripta elegans* si los organismos, principalmente las hembras, habitan lagos calientes según reportes de Thornill (1982). De manera general se toma en cuenta la longitud del caparazón o el plastrón para identificar a individuos adultos de los juveniles, aunque esto varía entre especies, White *et al.* (1973), en vida silvestre detectaron que *Chelydra serpentina serpentina* era madura sexualmente cuando la longitud del plastrón alcanzaba los 145mm. En *Rhinoclemmys funerea* se registra la madurez sexual al medir 200mm de longitud del plastrón, mientras que la talla que llega a alcanzar es la mayor entre las tortugas de este género (Ernst *et al.*, 1989).

El cortejo es otro aspecto importante para iniciar y estimular el apareamiento. Goyenechea (2006) menciona que para las tortugas tropicales el cortejo y el apareamiento ocurre en la estación de lluvias o de secas. Mittermeier (1971) observó que durante lluvias fuertes ocurrieron más cópulas de *R. annulata* que cuando no las hubo, aunque estas no tuvieron éxito. El cortejo ha sido observado por Baker *et al.* (1983), Landers *et al.* (1980), Coto (1987), Davis *et al.* (1973) y Rodríguez-Rico *et al.* (2005) entre otros y en general consiste en persecución de la hembra, mordidas en el cuello, contacto de la cabeza del macho con alguna parte del cuerpo de la hembra, ya sea cloaca, cabeza o cuello y someter a la hembra para posteriormente montarla y dar lugar a la cópula. El cortejo en *Rhinoclemmys areolata* ha sido observado por Murillo (1996), Patiño (2001) y Rodríguez-Rico *et al.* (2005) y aunque no ha sido descrito a detalle por ellos, si han aportado

datos acerca de tiempos de duración así como de puestas y nacimientos. El cortejo para *R. areolata* consiste en que el macho persigue a la hembra, le toca el cuello insistentemente con el pico, se coloca frente a ella, la hembra se muestra amenazante y comienza a morderlo, el macho olfatea la cloaca de la hembra, le toca el cuello y la monta; aunque existen ligeras variaciones entre las descripciones.

Por otro lado las temporadas de reproducción están íntimamente asociadas al ciclo espermatogénico. White *et al.* (1973) observaron una fase activa que se presentaba en la temporada de verano-otoño y una fase pasiva en las temporadas de invierno-primavera. Landers *et al.* (1980) mencionan que las hembras de *Gopherus polyphemus* están más receptivas para la cópula entre los meses de Abril a Junio, mientras que Aguirre *et al.* (1987) observan los meses de marzo y octubre como los de periodo de apareamiento de *Gopherus flavomarginatus*.

Estructuras como la cloaca están muy asociadas a la identificación sexual, ya que producen señales químicas, como lo visto por Auffenberg (1978) quien también identificó cierta vocalización durante el cortejo de *Geochelone radiata*, aunque desconoce su función. Asimismo, identificó las señales táctiles y el uso que tiene la cola como guía para localizar la cloaca y la inserción del pene.

Las tortugas presentan inversión parental desde el 50% hasta el 61% (Congdon, 1987), esta puede ser de diversas formas: defendiendo a los huevos de los depredadores por varios días después de haberlos depositado; depositando sus huevos en la arena y aplanando y pateando el nido para que pase desapercibido ante los depredadores, cavando un nido falso a cierta distancia del verdadero o dividiendo la nidada en dos o tres nidos para confundir a los depredadores (Goyenechea, 2006).

Las tortugas dulceacuícolas son más pequeñas que las marinas, por lo que el tamaño de puesta en las primeras es de 1 a 4 huevos alargados (Goyenechea, 2006). Congdon *et al.* (1983), mencionan que la mayoría de las puestas se realizan por la tarde en el caso de *Emydoidea blandingi*

y que en vida silvestre existe una gran predación y destrucción de huevos de tortugas que va del 42-93%. La depredación de huevos ha sido relacionada a otros animales, generalmente mamíferos para el caso de *Gopherus polyphemus* (Landers *et al.*, 1980).

Murillo (1996) indica que *Rhinoclemmys areolata* a los 105 mm no alcanza su madurez sexual pero presenta cortejos de aproximadamente 13 minutos, ésto dentro del Laboratorio de Herpetología de la FES-Iztacala, aunque en vida silvestre y en cautiverio presenta cortejo bajo o fuera del agua con una duración que puede extenderse hasta por tres días, pudiendo poner un huevo por puesta (Pérez-Higareda *et al.*, 1988; Patiño, 2001).

Anualmente se ha observado en cautiverio que *R. areolata* puede tener hasta 51 cópulas en año y medio, dándose con mayor frecuencia en el mes de Mayo y menor frecuencia en el mes de Octubre, y una duración promedio de 8.87 ± 1.5 minutos y de 45 minutos para la misma especie (Patiño, 2001; Pérez-Higareda *et al.*, 1988).

Los huevos de *R. areolata* son de cascarón calcificado y de gran tamaño (Harfush *et al.*, 2004). Al ser una tortuga dulceacuícola pone pocos huevos, Del Moral *et al.* (2004) indican un promedio de 1.5 huevos por puesta para *R. areolata*; éstos autores también mencionan que la longitud de los huevos de esta especie es en promedio de 48.1mm, mientras que el ancho del mismo es de 30.3mm con un peso promedio de 29.95g.

Por otra parte, Patiño (2001) registró un mayor número de puestas y huevos para el género *Rhinoclemmys* en invierno, mientras que Plummer (1976) coincide al respecto indicando que las tortugas *Trionyx muticus* ponen más en temporada de secas que en temporada de lluvias.

Ramírez-Perilla (2005) relacionó los ciclos de postura de *Trachemys scripta ornata* con el régimen climático anual, concluyendo que el 96% de la postura anual sucede entre los meses de noviembre hasta marzo

con frecuencias máximas de oviposición en diciembre (34%) y enero (23%) correspondientes al período seco del año y estadísticamente no encontró asociación entre porcentaje de posturas promedio/mes vs. precipitación, humedad relativa o temperatura pero si en relación a las horas luz/día. Mientras para algunas especies del género *Rhinoclemmys* (Ramírez-Perilla, 2005) registró los ciclos de postura anual *ex situ* relacionándolos a su vez con los factores climáticos, encontrando postura continua durante el año con máxima frecuencia durante la estación lluviosa.

❖ **Incubación**

La incubación requiere entre cuatro meses y un año para tortugas de climas tropicales (Goyenechea, 2006) sin embargo, Patiño (2004) registró un periodo de incubación de 70 a 72 días para *Rhinoclemmys areolata* en cautiverio, mientras que para otras especies (*Emydoidea blandingui*, *Gopherus flavomarginatus*, *G. polyphemus*, *R. pulcherrima*) se mencionan periodos de 84, 102, 111 y de 113 a 350 días en promedio (Congdon *et al.*, 1983; Landers *et al.*, 1980; Aguirre *et al.*, 1987; Harfush *et al.*, 2004), siendo la temperatura el principal factor que regula el tiempo de incubación (Goyenechea, 2006).

Yntema (1978) recomienda la incubación de huevos de *Chelydra serpentina* a temperaturas entre 22 y 30°C, debido a que a esa temperatura se completa el tiempo necesario para el desarrollo, sin embargo obtuvo mayor éxito a los 24-26°C, mientras que Goode *et al.* (1968) incubaron artificialmente huevos de *Emydura macquari*, *Chelodina longicollis* y *Chelodina expansa* a 30°C, obteniendo un desarrollo más veloz que a menor temperatura en condiciones naturales. Por otra parte Merchán (2002) incubó los huevos de *R. funerea* y *R. pulcherrima manni* a 28°C con éxito.

Yntema *et al.* (1980) y Vogt *et al.* (1982) mencionan que en las especies de tortugas con las que trabajaron se producen a 30°C de temperatura de incubación, machos y hembras, mientras que a menos de 30°C sólo se generan machos y por encima de esa temperatura sólo obtienen

hembras, aunque no mencionan entre ellas a ninguna tortuga de la Familia Bataguridae.

Packard *et al.* (1982) mencionan que la humedad relativa durante la incubación de huevos de reptiles debe ser mayor al 75%, ya que así es en condiciones naturales y de esta manera da lugar a un procedimiento normal de incubación. Puntualizan que el tiempo de incubación se alarga en condiciones de humedad a diferencia de condiciones secas.

La incubación en estudios como el de Plummer (1976) y Landers *et al.* (1980) se han hecho con las condiciones *in situ* de la arena. Girondot *et al.* (1998), recomiendan acciones para proteger los sitios de anidamiento para mejorar las condiciones de incubación natural de las tortugas, mientras que Whitmore *et al.* (1985) mencionan que para eclosionar se tiene mayor éxito con la incubación artificial que con la incubación natural debido a la mayor exposición a depredadores en esta última.

Hewavisenthi *et al.* (2001) utilizaron vermiculita como sustrato para la incubación artificial de huevos de *Natator depressus* con diferentes condiciones de humedad y temperatura, a su vez observaron que los huevos que eclosionaron en el rango de 26^o-29^oC, tenían menos reservas energéticas que aquéllas que se producían a 32^oC.

❖ **Crecimiento**

Ernst *et al.* en 1973 demostraron que el crecimiento en juveniles es más rápido que el de adultos en *Kinosternon subrubrum* en vida silvestre, aunque ésto se presenta de manera general en todos los animales. En algunos casos en cautiverio se han reportado mayores velocidades de crecimiento que en otros estudios como en el caso de Jackson *et al.* , los cuales en 1978 trabajaron con *Gopherus agassizi*, en este caso se atribuyó a que tenían un ambiente estimulante, al régimen alimenticio y a la herencia; aunque ésto también puede atribuirse a la temperatura, ya que cabe la posibilidad de que las hembras tengan un mayor crecimiento por año a mayor temperatura (Thornill, 1982). Sin embargo,

para otros estudios se han considerado únicamente la dieta y la frecuencia de alimentación, este es el caso de Rangel-Mendoza *et al.* que en el 2004 reportan un mayor crecimiento con pescado que con alimento concentrado y un menor crecimiento en temporadas de baja temperatura para *Rhinoclemmys melanosterna* en cautiverio.

Merchán (2002) estudió el crecimiento parcial y alometría de *R. funerea* y *R. pulcherrima manni*, asimismo menciona que la longitud máxima de caparazón que alcanza *R. areolata* es de 206mm.

❖ **Enfermedades.**

Gianeselli *et al.* (2005) mencionan como patologías frecuentes en quelonios en cautiverio: hepatitis, rinitis, éstomatitis, salmonelosis, septicemias, micosis, endoparásitos, lesiones, quemaduras, abscesos, dermatitis ulcerativa septicémica, afecciones por algas, necrosis del caparazón, fracturas e hipovitaminosis. De igual manera proponen diversos antibióticos, analgésicos, antiinflamatorios, antiparasitarios, antimicóticos, sedantes y anestésicos para las tortugas, mencionando que son pacientes con sensibilidad especial a los antisépticos que contienen alcohol o derivados del fenol, por lo que indican que están contraindicados.

En el caso del género *Rhinoclemmys*, Mendoza *et al.* (2005) identificaron la presencia de nemátodos de la especie *Atracais caballeroi* y Platt (2000) detectó platelmintos monogéneos *Neopolystoma fentoni* en la conjuntiva. De manera particular para la especie *R. areolata* se han encontrado garrapatas: *Amblyomma sabanarae* como parásito común de las áreas carnosas, sobre todo en hembras y juveniles (Robbins *et al.*, 2001), así como nemátodos *Nematophila grandis* en el intestino delgado y grueso (Salízar *et al.*, 2004).

Para las tortugas del Laboratorio de Herpetología de la FES-Iztacala se han detectado como enfermedades comunes los traumatismos, amibiasis, osteodermatitis y neumonía (Galindo *et al.*, 2005).

En el caso particular del género *Rhinoclemmys* dentro del Laboratorio de la FES-Iztacala, Vargas (2001) realizó un estudio de coccidiasis que estaba mermando la población en el caso particular de los neonatos.

BIOLOGÍA DE LA ESPECIE

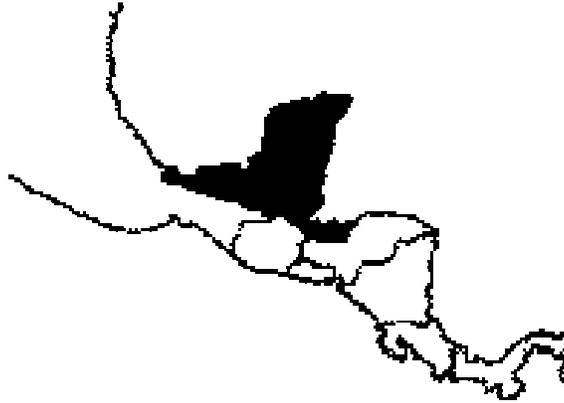


Figura 1. Distribución de *Rhinoclemmys areolata* (Merchán, 2002).

Rhinoclemmys areolata es conocida por el nombre común de tortuga mojina o tortuga rugosa del bosque, fue descrita originalmente por Duméril & Bibron (1851) en base a diez ejemplares, el holotipo es MNHN 9424 y su nombre original era *Emys areolata* (Ernst, 1978).

Ippi *et al.* (2001), limitan su área de distribución en las coordenadas 15° 21' 30" N y los 88° 96' W, abarcando la Península de Yucatán y extendiéndose por el norte y tierras bajas del Golfo de México, lo que coincide con la distribución que reporta Ernst (1989) y que va desde el sureste de Veracruz, Tabasco, Este de Chiapas, Yucatán, Cozumel, Belice y Este de Guatemala. Guzmán en el 2004 no la reporta en la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco. Platt *et al.*, 1999 y Feller *et al.*, 1996 mencionan que es rara en el atolón Turneffe, Belice; aunque también se tienen dudas acerca de su localización en Honduras. Por ello, Radachowsky (2002) declara a *R. areolata* como endémica del bosque maya. Dentro de este rango espacial la SEMARNAT y la Comisión Nacional de Áreas Nacionales Protegidas (2005) detectaron a *R. areolata* en el Parque Nacional de Manglares de Nichupté, Quintana Roo y los Manantiales del Boulevard Kukulcán a la altura del río inglés. Prezas *et al.* (1998) la mencionan dentro de las tortugas de Xcacel, lugar que posteriormente proponen como Área Protegida ya que es un área donde las tortugas tanto marinas como dulceacuícolas anidan.

Su hábitat característico es generalmente de clima tropical o en sabanas (Merchán, 2002), aunque puede entrar en áreas pantanosas ya que se ha colectado con el caparazón cubierto por algas. Gusta de pasar largos ratos sumergida en aguas poco profundas debido a que es una tortuga semiacuática de aproximadamente 20cm de largo de caparazón, el cual es alto, ovoide, más ancho de la parte posterior que de la anterior, medianamente quillado, escasamente serrado posteriormente y tiene márgenes alzados lateralmente. Su superficie es lisa en individuos viejos y rugosa con anillos de crecimiento en organismos jóvenes. El caparazón es usualmente oliva o marrón con vetas oscuras y muchas motas amarillas formando un patrón parecido a los líquenes, adquiriendo una tonalidad que va desde tostado hasta negro. Cada pleura tiene una pequeña mancha central amarilla o roja frecuentemente con borde oscuro que desaparece con la edad. El plastrón está bien desarrollado, ligeramente respingado anteriormente, con una muesca posterior. Este es amarillo con una mancha oscura central y vetas oscuras. El puente es amarillo. La cabeza es pequeña y tiene el hocico ligeramente pronunciado y una muesca en la mandíbula superior. Una franja amarilla o roja corre posteriormente desde la órbita por el lado del cuello, dos manchas rojas o amarillas elongadas descansan en la nuca y otra mancha corre entre la órbita y el tímpano. Cada párpado tiene una barra vertical luminosa y una línea luminosa puede correr posteriormente desde el hocico hacia el tímpano a lo largo de la mandíbula superior. La mandíbula inferior y la barbilla tienen manchas negras u ocelos. Las patas son ligeramente enmarañadas y las extremidades delanteras están cubiertas con unas escamas largas, amarillas y con manchas oscuras. Es fácil diferenciar a los machos de las hembras. Los machos tienen el plastrón cóncavo y colas ligeramente más largas y robustas que las hembras con una abertura en la parte posterior del plastrón a la altura de la escama anal más allá del margen del caparazón; las hembras tienen el plastrón plano y con una abertura en la parte posterior del mismo y son notablemente más grandes (Ernst, 1989). Su dieta en vida silvestre es omnívora, incluye diversos tipos de vegetales incluyendo flores, frutos, tallos y hojas, así como insectos, caracoles y gusanos de

diversos tipos (Murillo, 1996) y fragmentos de huevos de *Trachemys scripta venusta* (Platt, S.G., 1993).

Los huevos son grandes, ovalados y de cascarón rígido y grueso, por este motivo la cantidad de éstos que puede ovipositar es limitada, entre 1 y 3 cada puesta, aunque pueden ser varias veces al año; son parecidos a los de las aves en forma; tienen cascarón frágil y miden aproximadamente 60x31 mm. Durante la puesta de huevos, el caparazón y el plastrón se vuelven flexibles en los márgenes posteriores permitiendo que los huevos pasen a través de ellos. Al nacimiento las crías miden en promedio 53.5 ± 1.5 mm en longitud del caparazón (Ernst, 1989) y en cautiverio se ha registrado hasta el año 1997 una longevidad de 19 años y 4 meses (Slavens *et al.*, 2003).

OBJETIVOS

➤ **Objetivo general**

Contribuir al conocimiento de la biología de la tortuga mojina (*Rhinoclemmys areolata*) en cautiverio.

➤ **Objetivos particulares**

1. Reportar los aspectos reproductivos (cortejo, cópula, puesta y eclosión) de *Rhinoclemmys areolata* durante un año.
2. Evaluar el crecimiento de *Rhinoclemmys areolata*.
3. Describir las enfermedades que pudiese padecer *Rhinoclemmys areolata* en cautiverio.
4. Elaborar un manual del manejo en cautiverio de *Rhinoclemmys areolata*.

MATERIAL Y MÉTODOS

- Aspectos Reproductivos

Los organismos se encontraban dentro del Laboratorio en 3 tipos de encierros diferentes; pileta interior, exhibición y palanganas. La pileta interior la compartían con 21 organismos de la especie *Rhinoclemmys pulcherrima* y 1 organismo macho de *Terrapene ornata* y tenía las siguientes características:

⚡ Pileta interior de concreto que mide 85 cm de ancho y 3.58 m de largo. Tiene un arenero en un extremo que mide 61 cm de ancho x 85 cm de largo y 10 cm de alto, seguido de una pequeña concavidad de cemento con 17 cm de profundidad con agua que permite que los organismos no remuevan demasiado la arena y puedan "limpiarse" antes de llegar al agua, posteriormente hay un declive que permite la acumulación de agua con diferentes grados de profundidad, este declive abarca 2.38 m de la pileta y la profundidad del agua va de 0 a 21 cm aproximadamente en su parte más profunda.

El encierro de exhibición lo utilizó una tortuga que lo compartía con 2 iguanas y dentro de las palanganas se ubicaban 8 organismos adultos y los juveniles y crías.

Para la parte reproductiva se ubicaron a partir de los 38 organismos que habían de la especie al inicio del estudio, a los adultos en edad reproductiva considerando que tenían su madurez sexual a partir de los 135 mm de longitud de caparazón aproximadamente, esto en base a que en estudios previos se vió actividad de cortejo en juveniles de 105 mm de longitud sin éxito (Murillo, 1996) y también se tomó en cuenta la información que se tiene del origen de cada uno de ellos, resultando en 25 adultos, 4 crías y 9 juveniles.

Los organismos adultos se sexaron por medio de caracteres como distancia de la base de la cola a la cloaca (en machos esta más alejada de la base de la cola que en hembras), forma del plastrón (en machos es cóncavo y en

hembras plano) y del caparazón (en hembras es mas alto generalmente) (11 machos y 14 hembras) posteriormente se pesaron las hembras y se hizo un rol de parejas en base al número inicial de individuos y considerando que no hubiera casos de parentesco entre ellos, se realizaron observaciones de tres parejas simultáneamente, 3 veces a la semana durante 2 horas cada vez, dentro de un horario de 10:30 a 13:30 horas en una pileta exterior con las siguientes características (Murillo, 1996; Del Moral *et al.*, 2004):

- ✦ Pileta exterior de concreto con sustrato de pasto que mide 2.23 m de ancho, 4.85 m de largo y 0.65-0.68 m de profundidad. Esta cuenta con un arenero en la parte frontal derecha que mide 1 m x 0.80 m y posee una poza de agua para que las tortugas se refresquen cuyas medidas máximas son: 1 m de largo, 0.58 m de ancho y 0.20 m de profundidad. El résto del encierro estaba cubierto con pasto al ras para poder observar los eventos a detalle.

Estas observaciones tuvieron la menor cantidad de interferencias humanas posibles debido a que la pileta se localiza fuera del alcance de la mayoría del personal del Laboratorio, sin embargo cuando algunos eventos concretos requerían cercanía por parte del observador, se entró en la pileta tratando de no modificar la conducta de los animales ante la presencia humana (Merchán, 2002). Para evitar interferencia de otros organismos que hubieran estado en la pileta un día antes de la observación, se lavaba y cambiaba el agua de la poza de agua, a esta pileta también se le daba mantenimiento ya sea recogiendo heces, podando el pasto y limpiando la arena.

En la Tabla 1. se muestra un ejemplo del rol de parejas que se hizo con el fin de que todos los organismos tuvieran la oportunidad de interactuar con los demás y esperábamos que de esta manera se presentara una mayor oportunidad de respuesta reproductiva por parte de los individuos.

Como se puede observar, al tener a 3 hembras más que el número de machos, se comienza a repetir la secuencia de número de individuo para las siguientes semanas, de manera que efectivamente, todas pudieron

relacionarse entre ellas en diferentes tiempos durante el año que duró el estudio.

	Hembras	Machos
Día 1	4300	3871
	4295	4418
	4220	4406
Día 2	4342	4420
	4343	4451
	4344	3277
Día 3	2	3526
	4	3801
	2665	4345
Día 4	2633	3958
	3692	4219
	3952	3871
Día 5	3953	4418
	4077	4406
	4300	4420
Día 6	4295	4451
	4220	3277
	4342	3526
Día 7	4343	3801
	4344	4345
	2	3958

Tabla 1. Ejemplo del rol de parejas que se estableció durante el periodo de experimentación.

Cada que se realizaron observaciones se tomó la temperatura y humedad relativa dentro de la pileta exterior con lo cual se obtuvieron datos para comparar mensual y estacionalmente (Ramírez-Perilla, 2005) y mediante una correlación de Pearson utilizando el programa de MINITAB.

El cortejo y la cópula se describieron a detalle para establecer el patrón reproductivo de la especie y se tomó el tiempo de duración de cada uno de ellos.

Cuando se encontró alguna puesta en la pileta se recogieron inmediatamente los huevos y se removieron por distintas causas: 1) otras hembras pueden elegir el mismo sitio de oviposición y su puesta puede dañar a los otros huevos del nido, 2) algunos huevos pudieran no estar cubiertos y pueden desecarse, 3) algunas especies de reptiles pueden comer huevos de sus compañeros, 4) Las crías pueden ser comidas o lastimadas tan pronto emerjan del huevo y 5) el ambiente de incubación puede controlarse mejor que con los adultos y juveniles. (Frye *et al.*, 1991).

Los huevos (aproximadamente 15 por recipiente) se colocaron en 3 recipientes con tapa hermética de 10cm de alto, 20cm de ancho y 30cm de largo con una capa de agrolita estéril y húmeda (3.5cm aproximadamente) (Del Moral *et al.*, 2004) y una cuarta parte de éstos se colocaron en recipientes con tapa hermética de 10cm de alto, 20cm de ancho y 30cm de largo con una capa gruesa de arena para comparar ambos sustratos. En el momento en que se colectaron los huevos se tomaron los parámetros como: humedad, temperatura y fotoperiodo del arenero donde fueron colocados (en base al fotoperiodo del Laboratorio) y se anotó el tamaño de la puesta, posteriormente se obtuvo el peso y volúmen de cada huevo a partir de los valores de alto y ancho del mismo (Murillo, 1996; Patiño, 2001) mediante la fórmula:

$$V = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{a}{2} \right) \left(\frac{b}{2} \right)^2$$

a= Longitud del huevo

b= Ancho del huevo

(Flemming, 1994; Correa, 2004)

Los huevos se incubaron en una estufa bacteriológica a una temperatura de 30-32°C ya que de acuerdo a la bibliografía es una temperatura adecuada y además es la temperatura que se ha manejado en el Laboratorio obteniendo crías de ambos sexos en esta especie: y se tomó la humedad relativa

diariamente para mantenerla mayor al 50%, de igual manera se revisaron a diario, registrándose cualquier variación en éstos datos.

Se registró (en caso de haberse visto) a la hembra que puso los huevos y su peso para poder tener el dato de antes y después de la puesta, se registró la fecha en que los huevos fueron colocados. Éstos datos se compararon estadísticamente por estacionalidad (se tomaron en cuenta los siguientes meses por estación: a) invierno: diciembre a febrero, b) primavera: marzo a mayo, c) verano: junio a agosto, d) otoño: septiembre a noviembre).

Durante la incubación se monitorearon frecuentemente los huevos evitando perturbarlos a menos que fuera inevitable (Birchard *en* Deeming, 2004), ya que algunos huevos pueden ser más tolerantes que otros a éstos movimientos (Frye *et al.*, 1991). De manera general, se sabe que se pueden mover con seguridad los huevos rígidos unas horas después de puéstos, pero tan pronto como el "parche blanco" o "bandeado" apareció, lo que ocurrió cuando el saco embrionario creció y se adjuntó el mismo dentro de la superficie del huevo, los huevos debían de permanecer así. Sin embargo, una vez que la mancha blanca se expande para cubrir aproximadamente la mitad de la cáscara de la zona, el embrión y su conexión con el interior de la concha a la superficie es suficientemente fuerte para que los huevos puedan ser movidos con cuidado si no son girados. Una vez que la mancha blanca abarcó a todo el huevo, indicaba que los embriones habían llegado a ser muy sólidos y los huevos ya eran tolerantes a la rotación, aunque de preferencia se evitaba para minimizar la posibilidad de infecciones microbianas y aumentar la eclosión exitosa (Birchard *en* Deeming, 2004; González *et al.*, 2007).

Una vez que el huevo eclosionó se registró y se obtuvo la fecha exacta de inicio y fin de la misma, es decir el nacimiento (Patiño, 2001). Enseguida se pesó a la cría y se midió largo y ancho del caparazón. Las crías se mantuvieron en incubadora con agua de filtro por 2 ó 3 días posteriores a su nacimiento con la finalidad de adaptarse al medio externo.

Se realizaron comparaciones estacionales de tamaño de puestas, actividad reproductiva, tiempos de actividades involucradas en la reproducción y parámetros ambientales con el método estadístico que más se ajustó a los datos que se obtuvieron. Asimismo se evaluó la Masa Relativa de la Puesta (MRP) por medio de la fórmula:

$$MRP = \frac{PP}{PCH}$$

MRP= Masa Relativa de la Puesta

PP= peso de la puesta

PCH= peso corporal de la hembra después de la puesta

(Correa, 2004; Lemos-Espinal *et al.*, 1996)

Se obtuvo la tasa bruta de natalidad mediante la fórmula:

$$TBN = \frac{\text{número total de nacidos vivos durante un año}}{\text{población total a la mitad del año}} k$$

TBN= Tasa bruta de natalidad

k= algún número como 10, 100, 1000, 10000 o 100000 (en este caso 10 por el tamaño poblacional)

Y la tasa general de fertilidad con la siguiente ecuación:

$$TGF = \frac{\text{número total de nacidos vivos durante un año}}{\text{número total de hembras en edad fértil}} k$$

TGF= Tasa general de fertilidad

k= algún número como 10, 100, 1000, 10000 o 100000 (en este caso 10 por el tamaño poblacional)

(Daniel, 2002)

- Crecimiento

Para evaluar el crecimiento se les alimentó a los adultos reproductivos en la pileta interior o en sus palanganas una vez a la semana con alimento comercial Tortuguetas exclusivo para tortugas (*ad libitum*) y dos veces a la semana con ensaladas propias del Laboratorio consistentes de vegetales tales como berro (6.6%), cilantro (6.7%), plátano (21%), manzana (15.6%), calabazas (30%) y nopal (20%). Esta alimentación fue de forma colectiva y consumían aproximadamente 52 g de ensalada aproximadamente cada una.

Las crías se separaron 3 veces por semana en palanganas individuales para alimentarse con alimento comercial peletizado Tortuguetas en su fórmula de crecimiento, a la mitad del experimento se varió la dieta para ofrecerles 2 veces a la semana de la misma ensalada que se les ofrecía a los adultos, todos los alimentos se pesaron antes y después del ofrecimiento para obtener el peso del alimento consumido por tortuga.

Se llevó un registro mensual del largo del caparazón (el cual se midió con una cinta métrica flexible de precisión 1 mm) así como del peso corporal (Patiño, 2001); asimismo se obtuvo la tasa de crecimiento de los organismos durante el periodo de estudio mediante la fórmula:

$$T_c = \frac{Lc_1 - Lc_0}{\text{Intervalo de días transcurridos}}$$

T_c = Tasa de crecimiento

L_{c1} = último dato tomado de la longitud del caparazón.

L_{c0} = dato inicial de la longitud del caparazón

(Lemos *et al.*, 2005)

Lindeman (1999) recomienda el modelo de Von Bertalanffy (1951, 1957) ya que varios estudios han demostrado que este es el mejor modelo para tortugas de agua dulce, ya que se puede estudiar el crecimiento asintótico, ésto se hizo a partir de la tasa de crecimiento y está representado por:

$$L = z(l - ke^{-rt})$$

L= longitud en mm que el animal ha alcanzado al haber transcurrido un tiempo t desde su nacimiento.

k= constante que puede ser estimada conociendo la longitud que presentan los animales al nacer.

e= base de los logaritmos naturales=2.718281

t= número de días que comprende el intervalo de crecimiento

(Lemos *et al.*, 2005)

k puede ser estimada si se sabe la longitud de los animales al nacer (L_0), tal que:

$$k = l - \frac{L_0}{z}$$

z= longitud a la cual ya no se registra crecimiento, es decir, el tamaño asintótico, el cual se retomó de los datos de los organismos adultos de la especie dentro del Laboratorio y está representado por:

$$z = -\frac{a}{b}$$

a =tasa inicial de crecimiento

b = pendiente de la recta

(Lemos *et al.*, 2005)

Las condiciones ambientales a las que estuvieron sometidas las crías fueron las mismas que para los adultos.

- Enfermedades

Se llevó un registro de los datos de cada tortuga durante un año, al enfermar alguna de ellas se anotaron los signos, diagnóstico y tratamiento respectivo. Se describieron las enfermedades presentadas.

Se consideraron clínicamente sanos a los organismos que no presentaron alguno de los siguientes signos al inicio del estudio:

- Cambios en su actividad
- Alteraciones o inflamaciones en ojos
- Disminución de peso
- Poco apetito sin causa aparente o apetito voraz
- Cambios en la piel

Esta evaluación previa y durante el estudio se realizó con el apoyo del Médico Veterinario del Laboratorio.

Se llevó un registro de las bajas de los organismos con que se trabajó y se obtuvo la tasa de incidencia de cada enfermedad de la siguiente manera:

$$TI = \frac{\text{número total de nuevos casos de una enfermedad específica durante un año}}{\text{población total a mitad del año}} k$$

TI= tasa de incidencia

k= algún número como 10, 100, 1000, 10000 o 100000 (en este caso 10 por el tamaño poblacional)

Así como la tasa específica de mortalidad anual, con la siguiente fórmula:

$$TEM = \frac{\text{número total de muertes en un subgrupo específico durante un año}}{\text{población total en el subgrupo a mitad del año}} k$$

TEM= Tasa específica de mortalidad anual

k= algún número como 10, 100, 1000, 10000 o 100000 (en este caso 10 por el tamaño poblacional)

(Daniel, 2002)

- Manejo en cautiverio

Se elaboró el manual de manejo en cautiverio de la tortuga *Rhinoclemmys areolata* en base a datos bibliográficos, datos obtenidos y a la experiencia que el Laboratorio de Herpetología ha acumulado a lo largo de varios años.

En el manual se mencionaron aspectos de encierros, alimentación, resultados más generales de reproducción, enfermedades comunes y tratamientos, cuestiones de conservación y fotografías.

Dicho manual está organizado en una portada con el título indicando de manera general el contenido del mismo, índice con los temas más importantes (condiciones de mantenimiento, cortejo, incubación, puestas, alimentación, enfermedades comunes y estado de riesgo), el desarrollo de cada uno de los temas mencionados anteriormente y su bibliografía; dentro de cada tema existen ilustraciones acordes al mismo. El texto esta escrito de tal manera que el lenguaje esta al alcance de personas no dedicadas al ámbito científico y por lo tanto, fácil de entender para el público en general.

Cabe mencionar que en los datos se proporcionó el promedio y la desviación estándar.

RESULTADOS

1. Reproducción

a) Cortejos

En total hubo 343 cortejos, éstos fueron más frecuentes en los meses de Junio (57) y Octubre (62), mientras que disminuyeron para los meses de diciembre (4) y enero (5). En la Figura 2 se muestra la relación que existió entre la temperatura promedio y número de cortejos a lo largo del año, como se puede apreciar durante todo el año la temperatura fluctuó entre 21.1-25.8°C y en el caso de la humedad relativa varió de 48.3-71.3% en la pileta donde se realizaron las observaciones (Figura 2).

	Humedad relativa	Cortejos
Temperatura	r=-0.542 p= 0.069	r=-0.475 p= 0.119
Humedad relativa		r= 0.296 p= 0.350

Tabla 2. Correlación de Pearson y valor de p para las variables de temperatura y humedad relativa en relación al número de cortejos.

A partir de la Tabla 2 y siendo el valor de p mayor de 0.05 en todos los casos, se puede afirmar que no hay correlación entre ninguna de las variables. La relación entre temperatura y humedad; y temperatura y número de cortejos es inversamente proporcional, mientras que entre humedad relativa y número de cortejos es directamente proporcional.

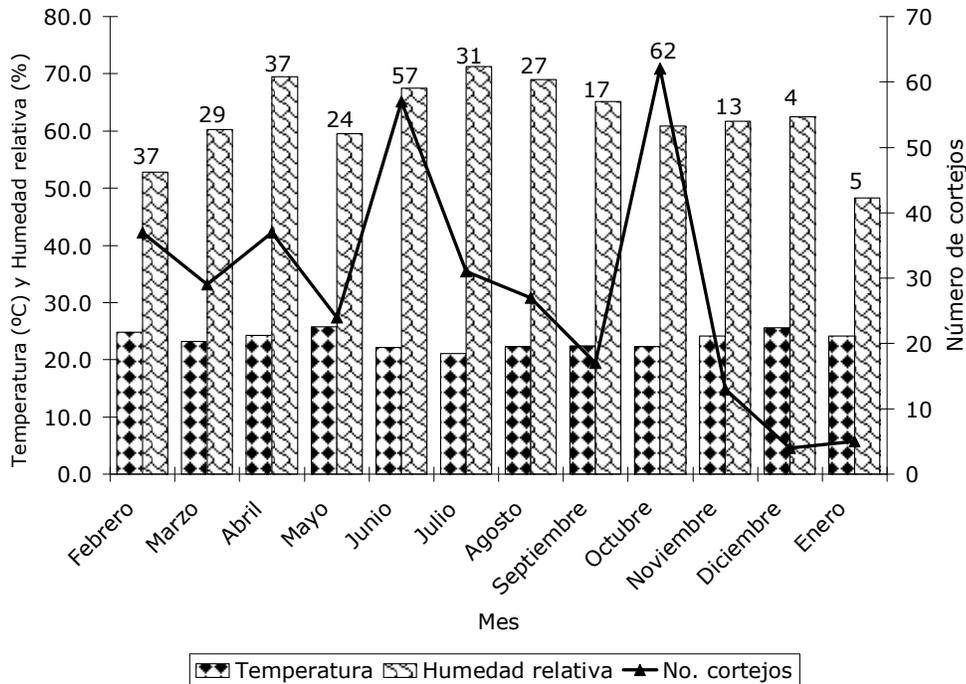


Figura 2. Relación entre la temperatura promedio y humedad relativa anual exterior y número de cortejos por mes (éstos últimos se muestran en la parte superior de las columnas).

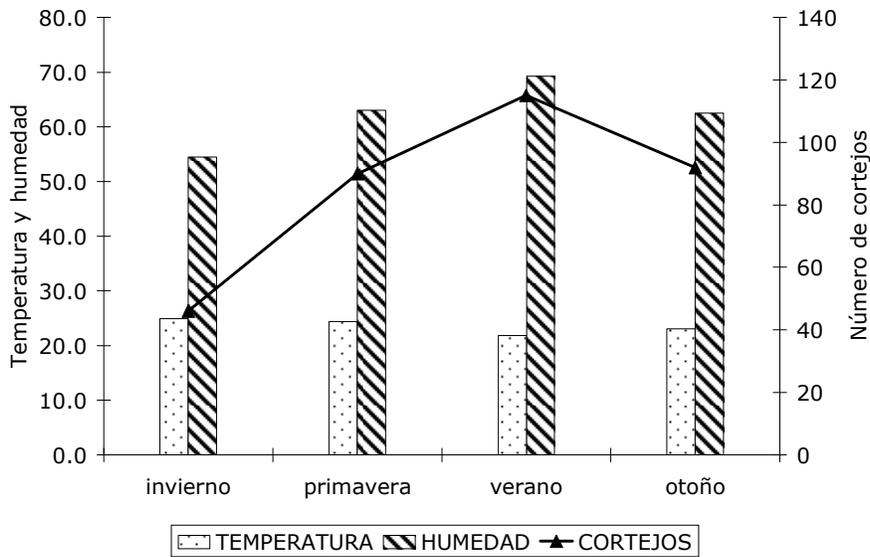


Figura 3. Parámetros ambientales en exterior (temperatura y humedad relativa) durante las estaciones del año.

	Temperatura	Humedad
Humedad	$r = -0.868$	

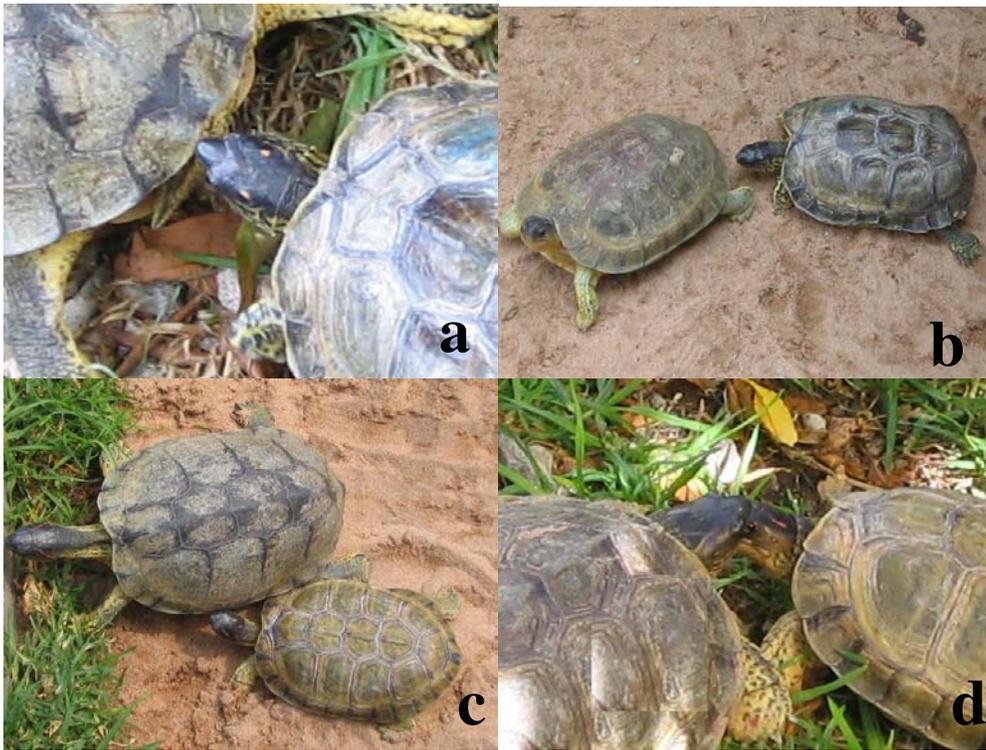
	$p= 0.132$	
Cortejos	$r= -0.861$ $p= 0.139$	$r=0.990$ $p=0.010$

Tabla 3. Correlación de Pearson donde se observan las variables de temperatura y humedad relativa exterior anual por estacionalidad.

En la Figura 3 se pueden observar tanto la temperatura como la humedad relativa asociada al número de cortejos en cada estación del año, siendo que existe un pico en el verano (115 cortejos) y disminuye hacia el invierno (46 cortejos), aunque paradójicamente a lo que se esperaba, en el invierno la temperatura promedio fue de 24.9°C y en verano disminuyó a 21.8°C, mientras que la humedad aumenta de 54.5% en invierno a 69.2% en verano, por lo tanto mientras la humedad relativa aumentó, también lo hicieron el número de cortejos y sucede lo contrario en el caso de la temperatura, a mayor temperatura disminuyó el número de cortejos. En la Tabla 3 observamos que existe una correlación positiva entre el número de cortejos y la humedad relativa en el caso de los datos por estacionalidad, mientras que para la temperatura una vez más no tuvo correlación significativa con el número de cortejos entre estos datos.

El patrón de cortejo comenzó cuando el macho se acercaba a la hembra, la olfateaba de la región cloacal y algunas veces de las patas (Fig. 4a), mientras la hembra seguía avanzando el macho la perseguía por un tiempo variable (Fig. 4b), posteriormente el macho trataba de acercarse a la parte anterior de la hembra y se colocaba frente a ella (Fig.4c), cuando lo lograba comenzaba a tocar con su cabeza la cabeza o el cuello de la hembra (Fig.4d) y ella respondía a ésto con intentos de morderle la cabeza y el caparazón al macho (Fig. 4e), llegando al punto de introducir su cabeza en el caparazón de él para lograrlo (Fig. 4f); en cuanto el macho recibía esta respuesta de la hembra, se movía rápidamente hacia la parte posterior del cuerpo de esta y la montaba (Fig. 4g), cuando ocurría la monta se observó que el macho intentaba alcanzar con su cabeza la cabeza de ella y tocársela, para posteriormente intentar la cópula mediante movimientos de su cola buscando la cloaca de la hembra (Fig. 4h) y después de algunos intentos exponía su pené. Este patrón de cortejo se observó en un 95% de

las veces, el 5% restante fue de machos que cortejaban a una hembra y después de mucho tiempo sin respuesta, intentaron montar a otra directamente, omitiendo la fase de cortejo. La duración promedio mensual del cortejo se puede ver en la Tabla. 4 y el rango va de 6:53 a 26:48 minutos, con la posibilidad de prolongarse hasta 1 hora 47 minutos 14 segundos. Cabe mencionar que todos los machos tuvieron conducta de cortejo durante el año de estudio y quienes fueron más activos fueron los machos más pequeños, aunque todos tuvieron el mismo éxito entre las hembras.



e

f



Figura 4. Patrón de cortejo de *Rhinoclemmys areolata*.

MES	NÚMERO DE MACHOS	NÚMERO DE CORTEJOS	PROMEDIO (min:seg)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (min:seg)
Febrero	6	37	11:57	21:14
Marzo	7	29	11:33	10:34
Abril	6	37	16:39	16:43
Mayo	4	24	13:40	08:23
Junio	6	57	08:54	07:45
Julio	4	31	09:28	08:21
Agosto	5	27	10:17	10:06
Septiembre	4	17	13:32	12:42
Octubre	2	62	07:28	07:27
Noviembre	2	13	17:21	10:21
Diciembre	3	4	06:53	08:58
Enero	2	5	26:48	33:37

Tabla 4. Duración promedio y número de cortejos por mes

A éstos datos se les realizó una prueba de t pareada para datos dependientes con un índice de confianza del 95%, obteniendo un valor de $t = -4.78$, $p = 0.001$; lo cual indica que cada macho tiene diferencias en la actividad reproductiva, siendo unos más activos que otros (principalmente

los de tamaño medio), no teniendo un rango de duración propio para cada tamaño.

b) Cópula

En todo el periodo de estudio sólo se observó una cópula en la pileta interior, de la cual no se pudieron tomar los datos ya que no fueron en el horario de observación y al darnos cuenta de que se estaba dando la cópula se registraron a la hembra y el macho, siendo que este último medía 155 mm de longitud, mientras que la hembra medía 162 mm. Esta cópula fue en el mes de Marzo y se realizó en el agua a 17°C.

c) Puestas

La puesta de los huevos se realizó en todas las ocasiones dentro de una pileta interior del Laboratorio, donde el fotoperiodo estuvo siempre controlado (12 horas luz/12 horas oscuridad en otoño/invierno y 14 horas luz/10 horas oscuridad en primavera-verano) y los cambios en la temperatura no eran muy variables en el arenero, siendo el promedio de ésta de $26.8 \pm 8.31^{\circ}\text{C}$, mientras que la humedad tuvo una mayor variación ya que la oviposición se llevaba a cabo en la arena y en ocasiones también en el agua, teniendo un valor promedio de $83.2 \pm 17.4\%$. La relación entre la temperatura y humedad relativa del arenero con el número de puestas se puede observar en la Figura 5. En la temporada de invierno ocurrieron menos puestas (11) siendo la humedad relativa mayor (93%) y la temperatura menor (23.78°C), aunque ésto no puede verse claramente en la Figura 6 donde se reportan las puestas mes por mes. El mayor número de puestas ocurrió durante el otoño (17), especialmente en el mes de Octubre (11).

De las hembras que pusieron los huevos únicamente se identificaron a 2 de ellas, cuya longitud y peso al momento de poner la puesta fueron de

164mm la primera, 206 mm la segunda y 0.680 Kg. y 1.054 Kg. respectivamente.

	Temperatura	Humedad relativa
Humedad relativa	$r=-0.389$ $p= 0.211$	
Puestas	$r=0.064$ $p= 0.844$	$r=0.064$ $p= 0.844$

Tabla 5. Correlación de Pearson para datos de temperatura y humedad relativa del arenero donde se realizaron las puestas, y su relación con éstas.

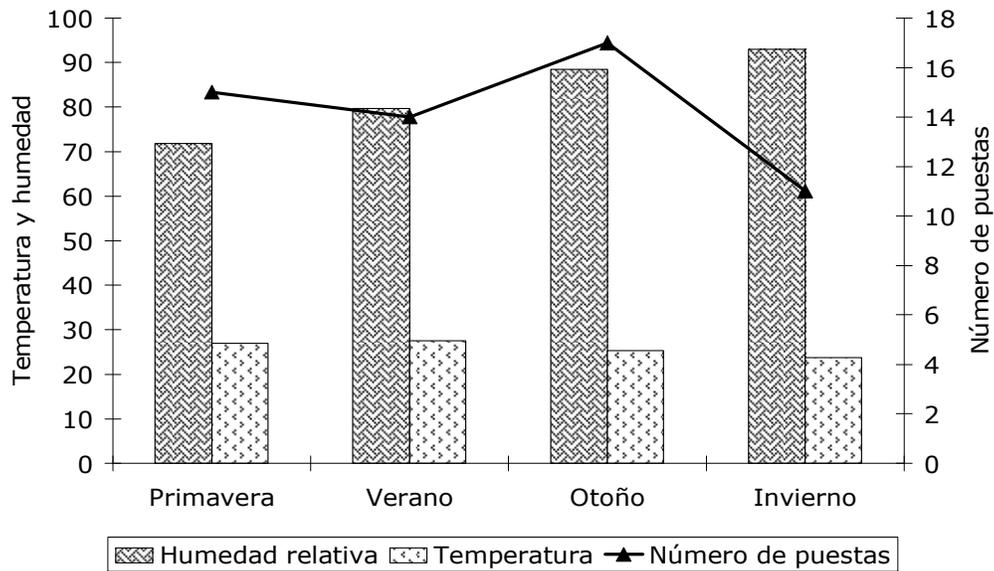


Figura 5. Relación de temperatura y humedad relativa del arenero con el número de puestas en cada estación del año.

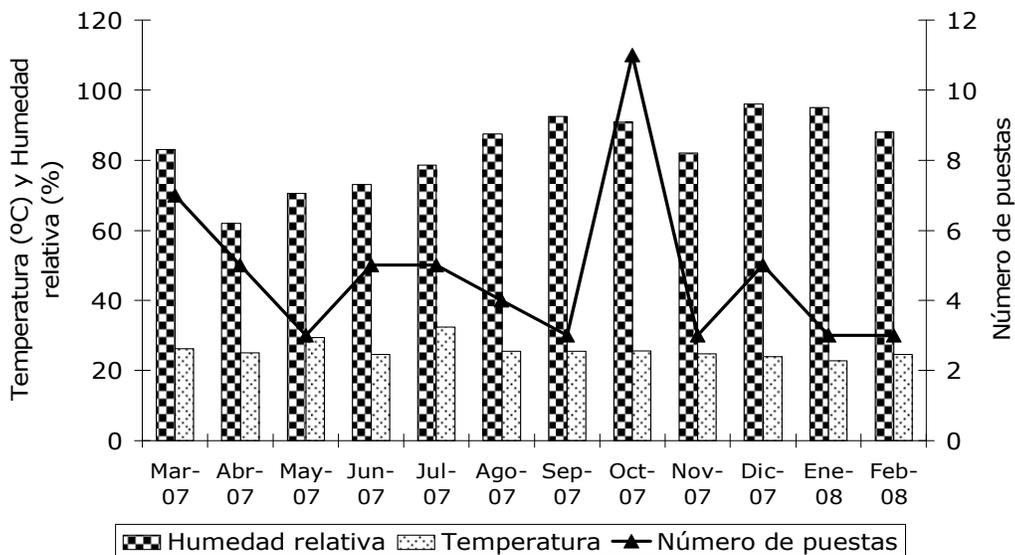


Figura 6. Parámetros ambientales del arenero y su relación con el número de puestas al mes.

	Cortejos	Cópulas	Puestas
Cópulas	r=0.007 p=0.982		
Puestas	r=0.667 P=0.018	r=0.298 p=0.347	
Nacimientos	r=-0.196 p=0.541	r=0.044 p=0.892	r=-0.011 p= 0.973

Tabla 6. Correlación de Pearson para la actividad reproductiva de la especie en sus fases de cortejo, cópula, puestas y nacimientos.

En la Tabla 6 se observa que únicamente hay una relación positiva significativa entre número de cortejos y puestas.

Durante el año de estudio se tuvieron 108 huevos en incubación obtenidos de 57 puestas, de los cuales se siguieron teniendo en incubación el 46.30%. Los datos de los huevos se pueden observar en la Tabla 7. El tiempo de incubación desde la fecha de puesta hasta el fin de la eclosión fue de 71.2 ± 2.04 días y de acuerdo a lo establecido en metodología estuvieron en

incubación a una temperatura de $30.971 \pm 1.234^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de $61.566 \pm 6.669\%$ durante todo el año de estudio.

Puestas (n)	57
Tamaño de puesta	1-4 huevos
Volúmen del huevo \bar{x} mm ³	13077 ± 3604
Largo del huevo \bar{x} mm	49.08 ± 7.61
Ancho del huevo \bar{x} mm	29.74 ± 2.4
Peso del huevo \bar{x} g	27.442 ± 7.31

Tabla 7. Datos asociados a los huevos.

En cuanto a la Tasa bruta de natalidad fue de 2.63 nacimientos por cada 10 organismos y la Tasa general de fertilidad de 7.14 nacimientos por cada 10 hembras. La MRP (masa relativa de la puesta) fue obtenida en base a 2 hembras y fue de 28.462 ± 2.375 .

d) Crías

Nacieron un total de 10 crías a partir de 58 huevos, de las cuales una murió en el proceso de eclosión a los 76 días de puesta, el cual fue el dato de mayor tiempo de incubación al nacimiento que se obtuvo. Los datos de las crías se pueden ver en la Tabla 8 y les tomó de 1 a 2 días llegar al término de la eclosión (desde que rompieron el huevo hasta que salió por completo la tortuga).

Los meses de eclosión fueron enero (3), abril (1), junio (2), julio (1) y agosto (3). Cabe mencionar que aunque la mayoría de los huevos (80% aproximadamente) se incubaron con agrolita como sustrato, 3 de los nacimientos se dieron en el recipiente de arena.

Cría	Tamaño de camada	Peso (g)	Ancho de caparazón (mm)	Largo de caparazón (mm)	Volúmen de huevo (mm ³)
1	3	25.35	-	-	19053.3
2	1	22.42	58	56	11949.0
3	1	19	45.4	55	10989.6

4	3	23.72	31	47.3	14787.4
5	1	30.07	39.7	52.4	18206.6
6	1	11.46	28.6	40.5	14548.4
7	2	20.78	39	47.1	8609.6
8*	3	22.64	42.1	47.5	15002.4
9*		24.6	45.5	51.6	14489.8
10*		22.27	34	49.1	14797.8
Promedio		22.231	40.366	49.611	14243.4
Desviación estándar		4.804	8.906	4.756	3122.7

Tabla 8. Datos de las crías nacidas en cautiverio. Se muestran promedios y desviación estándar. (* crías nacidas en sustrato de arena)

Con esta información podemos ver que la agrolita tuvo un 8.14% de éxito, mientras que la arena tuvo un 13.63% de éxito de las crías que nacieron.

2. Crecimiento

a) Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento refleja la velocidad a la que los organismos aumentan su longitud corporal con respecto al tiempo, en el caso de la Figura 7 donde se observa la tasa de crecimiento de la especie. A continuación se tiene el modelo de Von Bertalanffy (Figura 8).

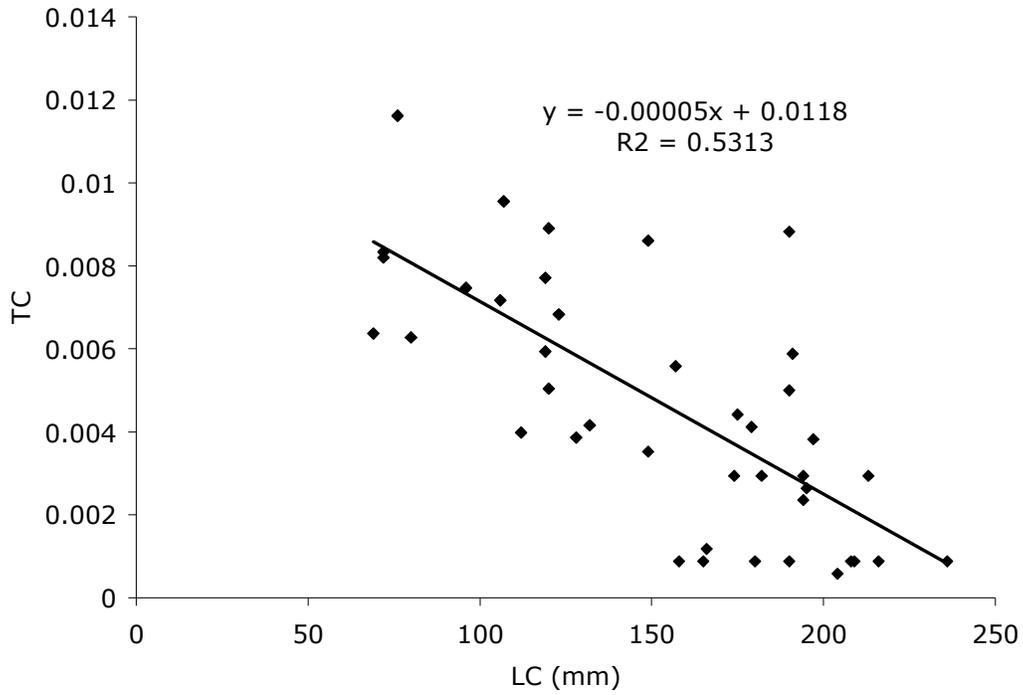


Figura 7. Tasa de crecimiento (TC) de *Rhinoclemmys areolata* en función de la talla corporal (LC) en cautiverio. Se muestra su respectivo coeficiente de determinación (r^2).

b) Modelo de Von Bertalanffy

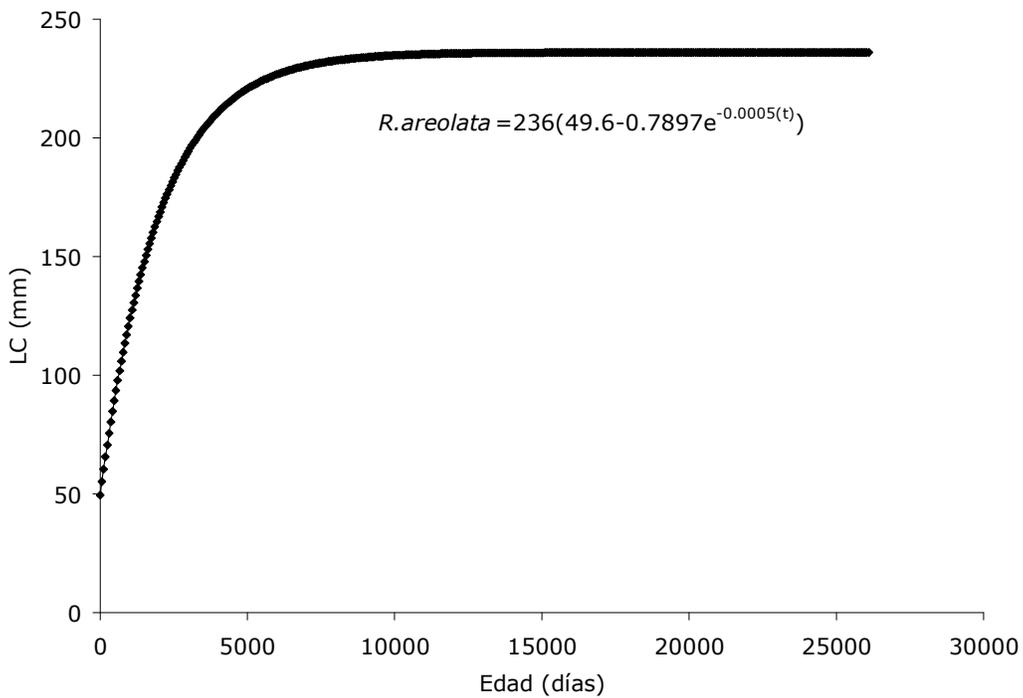


Figura 8. Modelo de crecimiento de Von Bertalanffy.

De acuerdo al modelo de Von Bertalanffy la especie alcanza una longitud máxima de 236 mm. En la Figura 9 se muestra el promedio de las longitudes en ambos sexos, tomando en cuenta que la desviación estándar no se sobrelapa, si se nota que alcanzan longitudes máximas distintas, siendo visible el dimorfismo sexual en el que la hembra alcanza longitudes mayores que los machos.

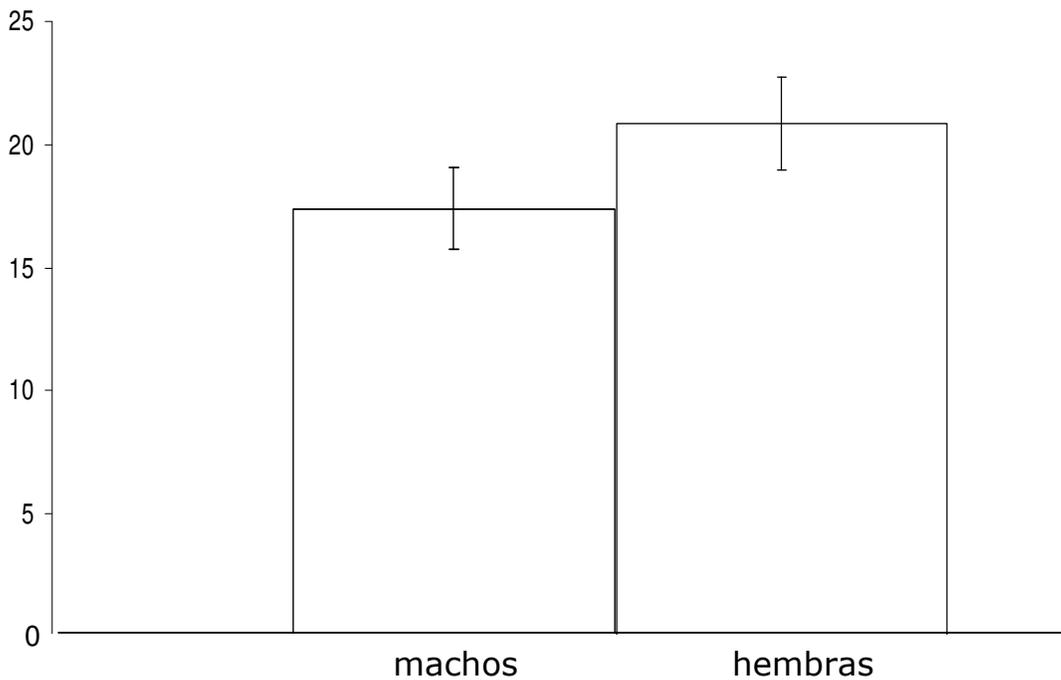


Figura 9. Promedio de la longitud que alcanzan machos y hembras de *Rhinoclemmys areolata* dentro del Laboratorio de Herpetología, con sus desviaciones estándar.

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar
Hembras	14	19.81	1.77	0.47
machos	11	17.39	1.66	0.52

IC de 95% para la diferencia: (0.943, 3.892)

Prueba t de diferencia = 0 (vs. no =): Valor t = 3.42 Valor p = 0.003 GL = 20

Tabla 9. Prueba de t en la que se ve la diferencia en la longitud de machos y hembras en centímetros

En cuanto al alimento que las crías consumieron a lo largo del año de estudio, se llevó el control únicamente de las crías que nacieron en ese periodo, en la Tabla 10 se muestra la cantidad en gramos de alimento consumido, para las primeras 4 crías el tipo de alimentación fue diferente que para la última que aparece en la tabla, debido a que en los primeros 4 meses se les proporcionó únicamente alimento peletizado, mientras que la siguiente cría nacida al llevar este mismo tipo de alimentación presentó problemas renales por los cuales se incorporó a la dieta de todas la misma ensalada que se les proporciona a las adultas. Se puede observar que la cría 4673 consumía más alimento que las tres anteriores y de hecho presentó un aumento mayor en talla al paso de los meses respecto a las demás crías. Cabe mencionar que no se incluyeron a todas las crías debido a que las 4 últimas nacieron al final del estudio y sus datos de consumo alimenticio no tenían importancia siendo que no entraron a los datos de Tasa de crecimiento ni al modelo de Von Bertalanffy.

mes/no.cría	4666	4667	4668	4673	4674
1	0.04 g	0.07 g	0.12 g	0.13 g	0.13 g
2	0.15 g	0.15 g	0.17 g	0.20 g	
3	0.20 g	0.20 g	0.20 g	2.60 g	
4	0.82 g	0.65 g	1.69 g	2.34 g	
5	1.61 g	1.89 g	2.04 g	2.30 g	
6	2.58 g	3.12 g	1.83 g		
7	1.51 g	2.21 g			

Tabla 10. Alimento consumido por cada cría nacida durante el periodo de estudio.

3. Enfermedades

a) Descripción de enfermedades presentadas

Traumatismo: (ver Fig. 10). Se observaron 8 tortugas con lesiones causadas por fricción de las partes blandas con superficies duras como el cemento, rocas o troncos, así como por mordidas de otros organismos de la especie.



Figura 10. Traumatismo en cuello

Insuficiencia renal: Esta patología la presentó una cría de pocos días de nacida, se observó que los apéndices posteriores se hincharon hasta el grado de impedir el movimiento de la cría, también mostró inapetencia de forma simultánea, se llevó al veterinario para su revisión y estaba ya en un estado muy avanzado de la enfermedad, razón por la cual aunque se intentó cambiar la dieta, murió.

Lipidosis hepática: (ver Fig. 11). La lipidosis hepática se determinó por medio de necropsia a un juvenil que murió, el hígado en la necropsia se observó de un color pálido y con grasa. No mostró signos por lo que no se detectó a tiempo.

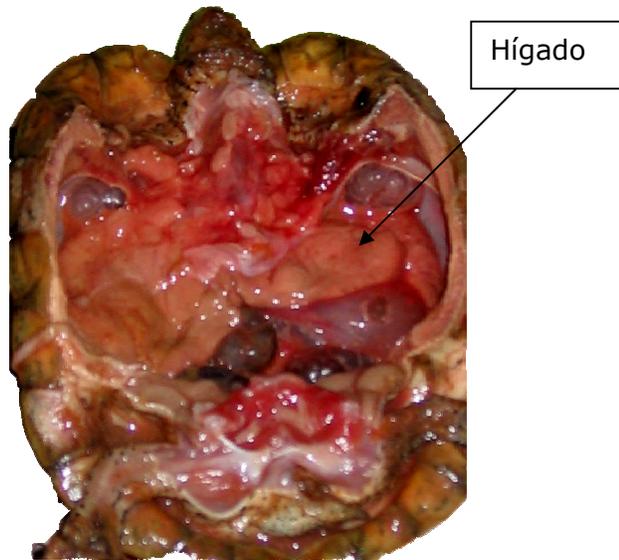


Figura 11. Lipidosis hepática en *Rhinoclemmys areolata*.

Coccidiasis: Esta enfermedad se le diagnóstico a un juvenil después de su necropsia, no se detectó ninguna signología.

b) Tratamientos

En la Tabla 11 se encuentran reportados los diferentes tratamientos que fueron aplicados a los individuos de *R. areolata* durante el periodo de estudio en cautiverio.

Diagnóstico	Tratamiento	Éxito del tratamiento	Dosis
-------------	-------------	-----------------------	-------

Traumatismo en apéndice caudal	Nitrofural+Ac. Acexámico+Sulfato de cobre	Vivo	Aplicar la cantidad necesaria para cubrir la herida cada 24 horas hasta que cicatrice.
Traumatismo en cuello	Nitrofural+Ac. Acexámico	Vivo	
Traumatismo en plastrón o caparazón	Sulfato de cobre+Nitrofurazona	Vivo	
Insuficiencia renal	Cambio de dieta	Muerto (ya estaba muy avanzado)	Ensalada 2 veces por semana y alimento peletizado 1 vez a la semana
Coccidias	Sulfas	Vivo	75 mg/kg (dosis inicial) y 45 mg/kg (5 dosis secundarias vía intramuscular) cada 24 horas.

Tabla 11. Enfermedades que se presentaron en *R. areolata* en cautiverio y sus tratamientos aplicados.

Los cambios en el Tratamiento aplicado en el caso de los traumatismos se deben principalmente a la disponibilidad del medicamento en el Laboratorio.

Nitrofural: es un desinfectante tóxico; potente antimicrobiano de alto espectro, contra una amplia variedad de gérmenes gram-positivos y gram-negativos, así como contra ciertos protozoarios (www.quiminet.com.mx).

Ácido acexámico: está indicado en heridas sin infección donde se desee acelerar el proceso de cicatrización como heridas traumáticas quirúrgicas, quemaduras de 1o. y 2o. grado, etc, se usa como regenerador tisular (<http://pt.wikipedia.org>)

Sulfato de Cobre: es un bactericida, fungistático, antimicrobiano, bactericida, fungicida desinfectante, funciona como cicatrizante. (www.quiminet.com.mx)

Furacin/nitrofurazona: bactericida tópico hidrosoluble para bacterias grampositivas y gramnegativas, sirve para prevenir infecciones bacterianas, en quemaduras, heridas, laceraciones, abrasiones, úlcera cutáneas. También se aplica después de intervenciones quirúrgicas, especialmente en regiones susceptibles de contaminación (<http://www.iqb.es>)

Sulfas: bactericida y contrarresta infecciones por enterobacterias y protozoarios (*Pneumocistis carinii*, *Coccidios* y *Toxoplasma*). No debe administrarse con otros antibióticos bactericidas (<http://www.iqb.es>)

c) *Frecuencia de enfermedades y tasas de incidencia.*

En el año de duración de nuestro estudio en cautiverio, la especie *R. areolata* presentó las enfermedades mencionadas anteriormente con la frecuencia que se muestra en la Figura 12, la tasa de incidencia de cada enfermedad se puede consultar en la Tabla 12.

Traumatismos	1.66 casos por cada 10 organismos
Insuficiencia renal	0.208 casos por cada 10 organismos
Lipidosis hepática	0.208 casos por cada 10 organismos
Coccidias	0.208 casos por cada 10 organismos

Tabla 12. Tasa de incidencia de cada enfermedad anual.

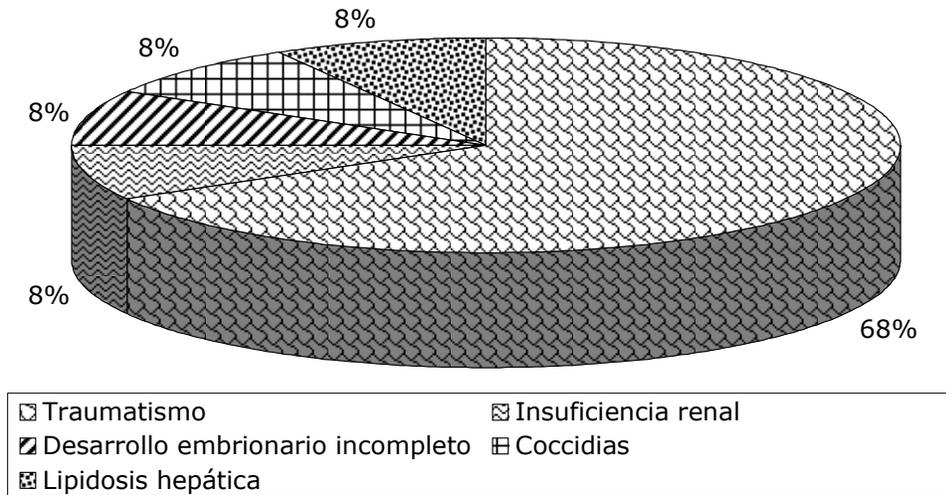


Figura 12. Frecuencia en porcentaje de las enfermedades de *R. areolata* en cautiverio durante un año.

d) Mortalidad.



Figura 13. Muerte de cría posteclosión.

Se presentó una Mortalidad del 8.33% por cada una de las siguientes enfermedades: insuficiencia renal, muerte durante la eclosión y lipidosis hepática.

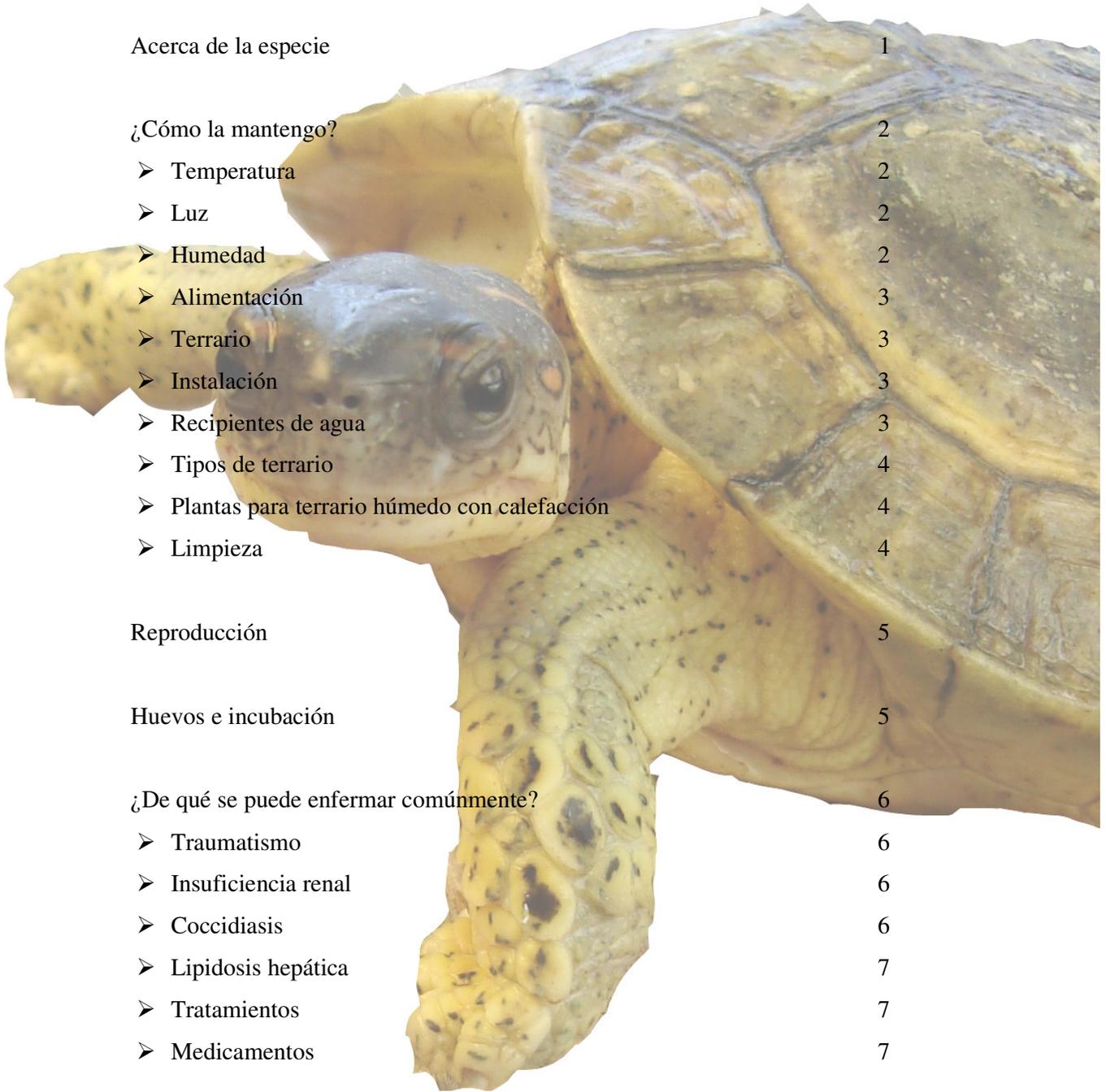
La tasa específica de mortalidad anual en crías fue de 1.42 muertes por cada 10 crías, mientras que para juveniles fue de 1.11 muertes por cada 10 crías, ya en adultos no se reportó ninguna muerte.

2. *Manual de manejo en cautiverio de R. areolata.*



Índice

Acerca de la especie	1
¿Cómo la mantengo?	2
➤ Temperatura	2
➤ Luz	2
➤ Humedad	2
➤ Alimentación	3
➤ Terrario	3
➤ Instalación	3
➤ Recipientes de agua	3
➤ Tipos de terrario	4
➤ Plantas para terrario húmedo con calefacción	4
➤ Limpieza	4
Reproducción	5
Huevos e incubación	5
¿De qué se puede enfermar comúnmente?	6
➤ Traumatismo	6
➤ Insuficiencia renal	6
➤ Coccidiasis	6
➤ Lipidosis hepática	7
➤ Tratamientos	7
➤ Medicamentos	7
Literatura recomendada	8



Acerca de la especie..



Nombre científico: *Rhinoclemmys areolata*.

Estado de conservación: De acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001, esta tortuga está amenazada por lo que puede llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo si sigue el deterioro o modificación de su hábitat, se consume o se usa como mascota.

Hábitat: Semiacuática de aguas continentales.

Tamaño: Llega a medir aproximadamente 24 cm.

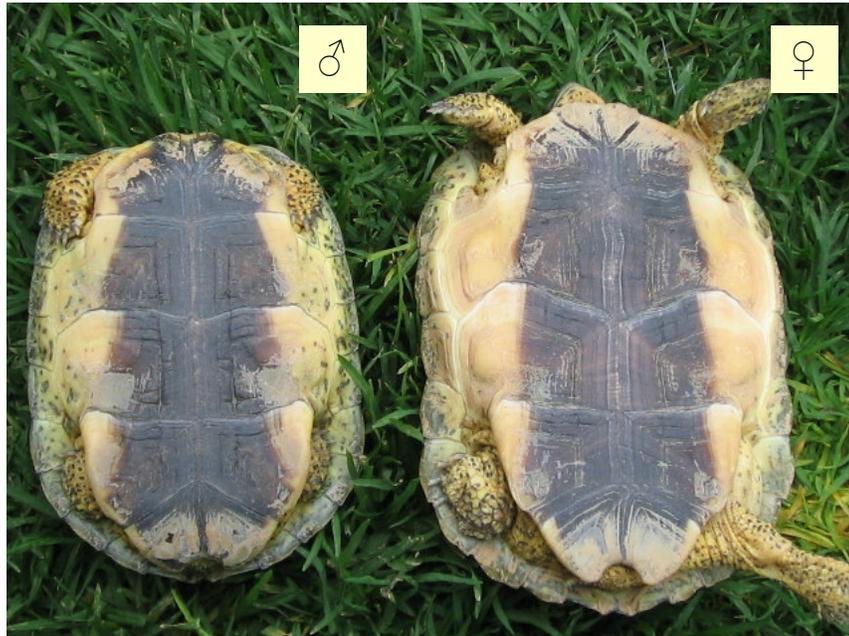
Descripción: Caparazón alto, ovoide, oliva o marrón, más ancho de la parte posterior que de la anterior, con márgenes alzados lateralmente. Su superficie es lisa en individuos viejos y rugosa en organismos jóvenes. El plastrón está bien desarrollado, con una muesca posterior y es amarillo con una mancha oscura central y vetas oscuras. El puente es amarillo. La cabeza es pequeña y tiene el hocico ligeramente pronunciado y una muesca en la mandíbula superior. Una franja amarilla o roja corre posteriormente desde la órbita por el lado del cuello, dos manchas rojas o amarillas elongadas descansan en la nuca y otra mancha corre entre la órbita y el tímpano. Cada párpado tiene una barra vertical, y una línea luminosa puede



correr posteriormente desde el hocico hacia el tímpano a lo largo de la mandíbula superior. La mandíbula inferior y la barbilla tienen manchas negras o amarillas.

Dimorfismo

sexual: Los machos tienen el plastrón cóncavo y colas ligeramente más largas y robustas que las hembras, estas tienen el plastrón plano y son notablemente más grandes (Ernst, 1989).



¿Cómo la mantengo?

Para mantenerla en un terrario se deben considerar los siguientes aspectos:

- ✚ **Temperatura:** Estas tortugas son tropicales y regulan el calor mediante cambios de la tierra al agua y viceversa o mediante la permanencia en sombras parciales de hierbas altas, cañas, matorrales o en las ramas de arbustos y árboles. Para los terrarios grandes es aconsejable instalar un calefactor del aire ambiental regulable. No obstante, si el terrario se encuentra en una habitación climatizada, se puede prescindir de él. En tal caso, generalmente basta con lámparas con reflectores, tubos fluorescentes y calefacciones de suelo para mantener el terrario a la temperatura necesaria durante el día. Un descenso nocturno de esta de unos pocos grados (no más de 5°C) es completamente natural y necesario para la salud de los animales. La temperatura esencial debe ser constante de entre 25-32°C



- ✚ **Luz:** Estas tortugas son activas durante el día. La duración de la iluminación se puede regular mediante un aparato que se ajuste de acuerdo a las necesidades de la especie; como su hábitat natural son las zonas climáticas tropicales tienen que estar expuestas en primavera-verano de 14 horas luz/10 horas oscuridad, y en otoño-invierno



de 12 horas luz/12 horas oscuridad, incluyendo periodos de asoleo que son muy importantes para ayudar a la fijación del calcio en las tortugas y por ende, a una buena salud.

✚ **Humedad:** Éstos reptiles están ligados a regiones húmedas de mayor o menor tamaño, aquí encuentran tanto alimento como refugio y pueden reproducirse. La humedad atmosférica más conveniente va del 70 al 90% y se puede conseguir de diversas formas: con recipientes grandes con agua hervida; suelo húmedo o mojado; recipientes de plástico llenos de turba mojada o húmeda, tierra de bosque con humus o una mezcla de arena húmeda con tierra de bosque; humidificador de aire o por la construcción de un riachuelo artificial.

✚ **Alimentación:** Bajo la influencia del clima tropical, los reptiles no comen tan frecuentemente como los mamíferos y aves. Algunos pueden pasar incluso mucho tiempo sin comer. La mayoría de los animales jóvenes, pero también las especies pequeñas necesitan recibir comida con frecuencia, incluso diariamente en condiciones naturales. Naturalmente, éstos largos periodos de ayuno dependen de las reservas alimenticias y del estado de salud de los animales; aunque en caso de escasez o carencia absoluta de agua dicho estado no se soporta durante mucho tiempo. Los animales jóvenes cambian de espectro alimenticio conforme van creciendo. Las tortugas acuáticas se alimentan mayoritariamente en vida silvestre a base de diferentes animales pero sin renunciar por completo a la alimentación vegetal. Se las puede alimentar con alimento paletizado, ensaladas (por ejemplo con manzana, plátano, calabacitas, cilantro, berro y nopales), plantas silvestres frescas y libres de fungicidas, así mismo pueden alimentar de lombrices de tierra, insectos, trozos o tiras de peces de agua dulce, alimento en gelatina.

✚ **Terrario:** Para esta especie es adecuado un terrario húmedo con calefacción, con condiciones adecuadas a la especie, los animales jóvenes con frecuencia se desarrollan mejor en recipientes pequeños que en terrarios grandes, donde las condiciones adecuadas a la especie no pueden o sólo pueden ser imitadas con mucho esfuerzo. Además los terrarios pequeños son más fáciles de mantener limpios que los grandes. En general, se ha comprobado que

la forma adecuada del terrario es la del rectángulo. El tipo de terrario más adecuado para las tortugas adultas acuáticas debe tener una base grande y con una porción de tierra del tamaño correspondiente. Las condiciones básicas que debe cumplir un terrario son: seguridad contra roturas,



estabilidad y un aporte de aire fresco suficiente. Los animales jóvenes de especies de tortugas pueden pasar las primeras épocas de su vida sin problemas en recipientes de plástico de 25x25x15cm o más grandes, solos o en grupos de 2 ó 3, hasta que alcanzan la etapa adulta y se pueden colocar en recipientes de 65x45x25cm. En las tapaderas de éstos recipientes hay que perforar bastantes agujeros de ventilación o tapar con una banda y con gasa, aunque si son suficientemente altos como para que la tortuga no se salga pueden tenerse destapadas. Se debe procurar un emplazamiento luminoso con vegetación exuberante. El suelo debe estar más o menos húmedo y cubierto con ramas y hojas podridas y musgo. Como suelo se puede utilizar tierra o arena, mezcladas con humus del bosque o turba. Como madrigueras se pueden utilizar trozos de troncos, raíces, piedras y trozos de corteza. El tipo de terrario al aire libre tiene distintas ventajas respecto al de interior porque son más de 4m² generalmente, irradación total, entrada de irradación UV sin filtrar, posibilidad de crear condiciones climáticas más naturales, multitud de posibilidades de conformación, simplificación de las posibilidades de hibernación y facilidad del cuidado de animales y plantas. Los reptiles necesitan unos lugares soleados durante todo el día con pocas zonas de sombra. Éstos terrarios deben ser de un tamaño fácil de controlar, sin penetración de aguas freáticas, con un cercado de ladrillos o de hormigón que penetre como mínimo 40cm en el terreno para evitar que los animales excaven por debajo, asegurarlos en los bordes para que no pueda salir trepando, muro de entre 50 y 100 cm con revestimiento liso para evitar que escapen, es útil bloquearlo por arriba con chapa galvanizada, ladrillos o vidrio empotrados transversalmente.

- ✚ Aditamentos: Además del suelo adecuado, los materiales de decoración indicados son las piedras grandes o pequeñas, las placas de roca, las hojas secas, manojos de hierba y trozos de corteza de árbol. El suelo debe tener una profundidad de aproximadamente 10cm.
- ✚ Recipientes de agua: Como recipientes de agua sólo hay que utilizar aquellos que no traspasen al agua sustancias tóxicas. Son adecuados los recipientes de plástico, vidrio o porcelana. El tamaño del recipiente de agua depende del tamaño y necesidades de agua de los animales y al tamaño de los terrarios; o se puede fabricar un recipiente de agua grande de cemento y arena (1:3) y un suplemento impermeable al agua que desemboque en la tubería del desagüe.
- ✚ Plantas para terrario húmedo con calefacción: Los helechos musgosos (selaginelas) son casi indispensables. También se recomiendan helechos de la Familia de las Pteridaceae, Nephrolepis, Polipodaceas para terrarios grandes), *Acantaceae*, *Tradescanceae*, *Diferibaquiás*, *Philodendron*, *Chlorophytum capense* y plantas epífitas.



- **Limpieza:** Para el mantenimiento de la salud de los animales es necesaria la higiene en el terrario con el fin de evitar infecciones bacterianas y transmisión de parásitos retirando regularmente las heces del terrario. Cuando hay humedad, la urea desechada se separa por la acción de las bacterias que segregan la enzima ureasa a gas amoniacado de olor penetrante. El amoniacado perjudica los órganos respiratorios de los animales, y éstos órganos irritados anidan bacterias que pueden provocar enfermedades en caso de debilitación del sistema inmunológico. A pesar de que estas tortugas son bastante resistentes al agua no demasiado sucia, hay que vaciar los recipientes con regularidad, limpiarlos con una esponja (se puede utilizar detergente siempre y cuando se retire por completo), y rellenarlas con agua fresca a la misma temperatura. Para la limpieza de las tortugas se pueden utilizar cepillos dentales con el fin de evitar acumulación de algas en caparazón, así como tallar sus partes blandas con un cepillo suave.

Reproducción



El cortejo para *R. areolata* consiste en que el macho persigue a la hembra, durante la persecución va olfateando la cloaca de la hembra (ya que los sexos se reconocen por



el olor), después puede intentar avanzar más rápido para alcanzar a la hembra de frente o por los lados para tocarle el cuello o la cabeza insistentemente con el pico, en ocasiones se coloca frente a la



hembra y ella comienza a morderlo y posteriormente el macho la monta e intenta copular con ella. Este patrón puede presentarse tanto en agua como en tierra. Al respecto pueden existir ligeras variaciones.

Los machos y las hembras no presentan cambios morfológicos en el momento de la reproducción.



Huevos e incubación



Los huevos son grandes, ovalados y de cascarón rígido y grueso, la cantidad de éstos que la hembra puede ovipositar es limitada, entre 1 y 4 cada puesta, aunque pueden ser varias veces al año; son parecidos a los de las aves en forma y miden aproximadamente 50 x 30 mm. Durante la puesta de huevos, el caparazón y el plastrón se vuelven flexibles en los márgenes posteriores permitiendo que los huevos pasen por el cuerpo de la hembra. En muchas tortugas el sexo está determinado por la temperatura ambiental durante el

desarrollo en el huevo. La velocidad con que el embrión se desarrolla depende en gran medida de la temperatura ambiental (para esta especie se recomienda una temperatura de 30-32°C). A veces los huevos de las tortugas pesan hacia el final de su desarrollo más del doble que al inicio del desove, lo que indica que sustraen la humedad de su sustrato y del aire. Por este motivo, no se pueden colocar los huevos en un lugar completamente seco sino en un sustrato ligeramente húmedo a una temperatura adecuada a la especie en cuestión. Si los huevos se incuban con demasiada humedad o incluso mojados, se empiezan a cubrir de moho y los embriones mueren. Las crías, ya desarrolladas dentro del huevo disponen de un diente de eclosión en la punta del hocico con el que rompen la cáscara desde adentro, para salir del interior del huevo mediante movimientos del cuerpo y de las extremidades. Al nacimiento las crías miden en promedio 4.961 ± 0.475 cm en longitud del caparazón, y pesan en promedio 22.23 ± 4.8 g.



¿De qué se pueden enfermar comúnmente?

Traumatismo: Acción violenta del exterior que produce una lesión local o general y que puede causar hasta la muerte.

Insuficiencia renal: Puede ser causada por infecciones en los riñones, por deshidratación, dietas excesivamente proteicas y de fósforo, por nefrotóxicos, hexamitas, hipovitaminosis A y puede cursar con anorexia, pérdida de peso, deshidratación, abdomen péndulo, dolor, retención de heces y orina, cambios en el color de la piel, edemas subcutáneos, pérdida del tono muscular, nefromegalia, depósitos de ácido úrico que sólo se suelen acumular en el riñón, calcificaciones ectópicas frecuentes en costillas y muchas veces suele ser asintomática y puede darse muerte repentina. En caso de insuficiencia renal los riñones no pueden



funcionar correctamente y el organismo retiene los líquidos adoptando un aspecto hinchado. Por otra parte el líquido puede filtrarse por las placas córneas, que se desprenden. Otras alteraciones metabólicas relacionadas con esta enfermedad causan reabsorción del calcio del caparazón que adquiere una consistencia blanda. Esta situación no tiene tratamiento y una vez diagnosticada es preferible efectuar la eutanasia.

Coccidiasis: Se sabe que son parásitos del ciclo de vida directo que afectan a animales en cautiverio en condiciones inadecuadas, es decir, con mala higiene, en grupos numerosos, y que además están sometidos a un manejo inadecuado (temperatura, humedad y alimentación). El reptil puede ser infectado por la ingestión de oocistos que son liberados en las heces, los cuales encuentran en el suelo las condiciones de temperatura, humedad y oxígeno ideales para su sobrevivencia, incrementando de esta manera las posibilidades de contaminación. Estos oocistos se establecen en el intestino y los esporozoitos invaden el epitelio de la mucosa intestinal. Esta enfermedad generalmente se presenta por contaminación fecal del alimento y agua, así como de su hábitat, lo cual se ve favorecido en cautividad. Esta enfermedad afecta principalmente en las primeras semanas de vida en un rango de 4 a 8 semanas de edad.



Lipidosis hepática: Deposición de cantidades importantes de lípidos en el hígado, es común en muchas especies de reptiles en cautiverio. En muchos reptiles una lipidosis hepática moderada parece estar relacionada con la aparición de fenómenos como la hibernación o para facilitar la vitelogénesis. Sin embargo, la creciente evidencia sugiere un grado extremo de la lipidosis hepática puede ocurrir cuando por problemas nutricionales se alteran los mecanismos homeostáticos que administran las reservas de grasa. Los factores de predisposición a la lipidosis hepática son: el hambre, las dietas inadecuadas (alto consumo de grasa y deficiencias en aminoácidos como la carnitina, la colina y metionina), mala gestión de hibernación,

hiperparatiroidismo, hiperoestrogenismo, hipotiroidismo, toxinas y factores genéticos. Su signología no esta relativamente específica y es común a otras enfermedades; apetito, actividad, fecundidad y fertilidad reducida; ictericia en casos avanzados: el peso puede aumentar, disminuir o ser normal de acuerdo a la especie y sexo. La pérdida de peso es una característica de que la enfermedad se esta volviendo crónica; características y color fecal alterado. El tratamiento puede ser mediante apoyo nutricional, tratar los padecimientos primarios, u hormonales.

Diagnóstico	Tratamiento	Dosis
Traumatismo en partes blandas	Nitrofurual+Ac. Acexámico+Sulfato de cobre	Aplicar la cantidad necesaria para cubrir la herida cada 24 horas hasta que cicatrice.
Traumatismo en plastrón o caparazón	Sulfato de cobre+Nitrofurazona	
Insuficiencia renal	Cambio de dieta	Ensalada 2 veces por semana y alimento peletizado 1 vez a la semana
Coccidias	Sulfas	75 mg/kg (dosis inicial) y 45 mg/kg (5 dosis secundarias vía

		intramuscular) cada 24 horas.
--	--	-------------------------------

Nitrofurazol: es un desinfectante tópico; potente antimicrobiano de alto espectro, contra una amplia variedad de gérmenes gram-positivos y gram-negativos, así como contra ciertos protozoarios.

Ácido acexámico: está indicado en heridas sin infección donde se desee acelerar el proceso de cicatrización como heridas traumáticas quirúrgicas, quemaduras de 1o. y 2o. grado, etc, se usa como regenerador tisular.

Sulfato de Cobre: es un bactericida, fungistático, antimicrobiano, bactericida, fungicida desinfectante, funciona como cicatrizante.

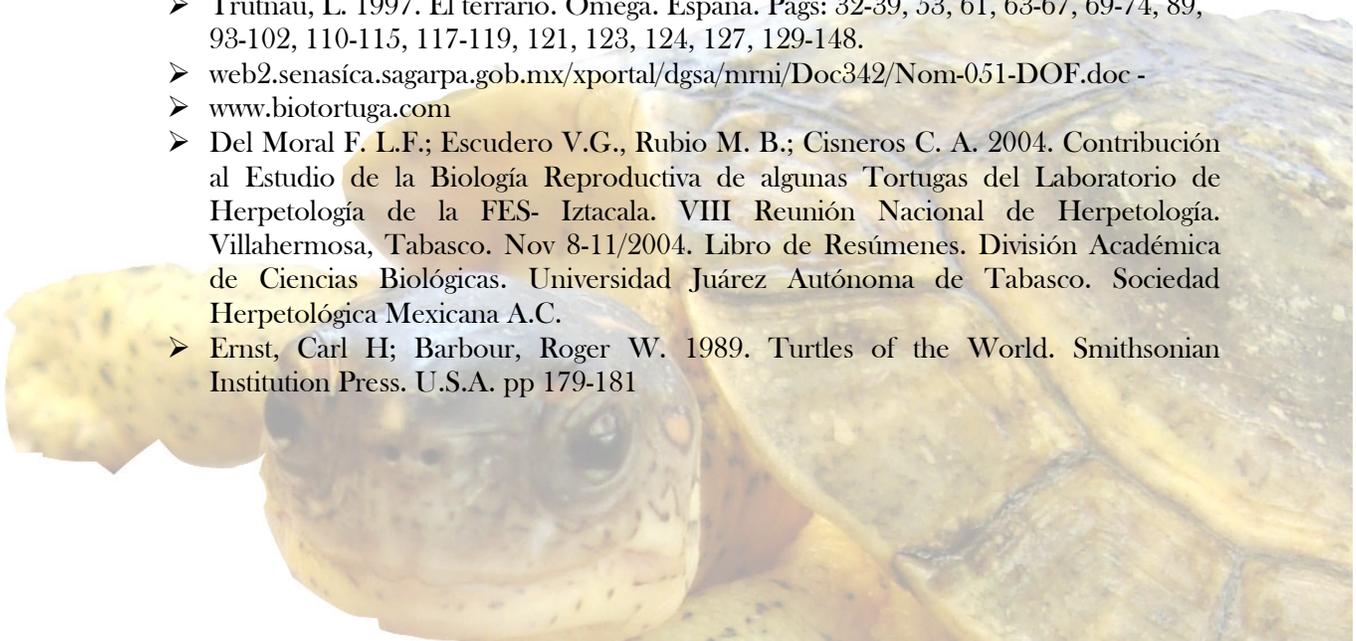
Furacin/nitrofurazona: bactericida tópico hidrosoluble para bacterias grampositivas y gramnegativas, sirve para prevenir infecciones bacterianas, en quemaduras, heridas, laceraciones, abrasiones, úlcera cutáneas. También se aplica después de intervenciones quirúrgicas, especialmente en regiones susceptibles de contaminación

Sulfas: bactericida y contrarresta infecciones por enterobacterias y protozoarios (*Pneumocistis carinii*, Coccidios y *Toxoplasma*). No debe administrarse con otros antibióticos bactericidas.

NOTA: Es importante tener en cuenta que el diagnóstico, tratamiento y dosificación siempre deben ser supervisados por personal capacitado (Médico Veterinario Zootecnista).

Literatura recomendada

- Trutnau, L. 1997. El terrario. Omega. España. Págs: 32-39, 53, 61, 63-67, 69-74, 89, 93-102, 110-115, 117-119, 121, 123, 124, 127, 129-148.
- web2.senasica.sagarpa.gob.mx/xportal/dgsa/mrmi/Doc342/Nom-051-DOF.doc
- www.biotortuga.com
- Del Moral F. L.F.; Escudero V.G., Rubio M. B.; Cisneros C. A. 2004. Contribución al Estudio de la Biología Reproductiva de algunas Tortugas del Laboratorio de Herpetología de la FES- Iztacala. VIII Reunión Nacional de Herpetología. Villahermosa, Tabasco. Nov 8-11/2004. Libro de Resúmenes. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Sociedad Herpetológica Mexicana A.C.
- Ernst, Carl H; Barbour, Roger W. 1989. Turtles of the World. Smithsonian Institution Press. U.S.A. pp 179-181



- Harfush, M.; Bushkirk, J. R.; López R.E.M. 2004. Manejo en cautiverio. Especies de tortugas dulceacuícolas y terrestres con estatus de endémicas, raras y sujetas a protección especial en el Centro Mexicano de la Tortuga, con énfasis en su reproducción. VIII Reunión Nacional de Herpetología. Villahermosa, Tabasco. Nov 8-11/2004. Resúmenes. División Académica de Ciencias biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Sociedad Herpetológica Mexicana, A.C.
- Murillo, G. I. 1996. Manejo en cautiverio de algunas especies de tortugas de la Familia Emydidae y Bataguridae (Reptilia: Chelonia: Cryptodira). Tesis para obtener el título de licenciado en Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala.
- Murphy, J.B.; Collins, J.T. (eds). 1980. Reproductive biology and diseases of captive reptiles. Soc. Study Amphib. Reptiles, Oxford, Ohio. Contrib. Herpetol.1
- Nelson, N. J.; Keall, S.N.; Brown, D.; Daugherty, C.H. 2002. Establishing a New Wild Population of Tuatara (*Sphenodon guntheri*). Conservation Biology. Vol. 16 (4): 887.
- Patiño O. M. P. 2001. Aspectos relacionados al mantenimiento y reproducción en cautiverio de *Rhinoclemmys pulcherrima pulcherrima* Gray, 1855, *R. pulcherrima incisa* Bocourt, 1868 y *R. areolata* Duméril y Bibron, 1851 (Reptilia: Testudines: Cryptodira: Bataguridae) en el Laboratorio de Herpetología de la UNAM Campus Iztacala. Tesis para obtener el título de Licenciado en Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala.
- Pérez-Higareda, G.; Smith, H.M. 1988. Courtship behavior in *Rhinoclemmys areolata* from western Tabasco, México (Testudines: Emydidae). Courtship behavior in *Rhinoclemmys areolata* from western Tabasco, Mexico (Testudines: Emydidae). Great Basin Naturalist. Vol. 48. No. 2, pp. 263-266.
- Pérez Q. Y. N. 2008. Contribución al conocimiento de la Biología de la tortuga mojina (*Rhinoclemmys areolata*) en cautiverio. Tesis para obtener el título de Biólogo. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala.
- Rubio M. B. 1998. Manejo en cautiverio de anfibios y reptiles. Guía para el voluntariado. Laboratorio de Herpetología. UNAM Campus Iztacala. México. p.p.8-9.
- www.conabio.gob.mx/conocimiento/ise/fichas/doctos/reptiles.html
- www.ine.gob.mx/ueajei/norma59.html
- www.infotortuga.com/rhinoclemmysareolata.html

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Reproducción

El evento energético más costoso para las hembras es la reproducción, la cual se lleva a cabo en el momento en el que la hembra está menos estresada, ya que ello dará como resultado una progenie con más probabilidades de sobrevivir hasta la primera reproducción (Crews *et al.*, en Murphy *et al.*, 1994), sin embargo cuando las condiciones son adecuadas este evento puede llevarse a cabo en periodos más largos, abarcando incluso todo el año (Murphy *et al.*, 1980). Aunque sabemos que el cautiverio por si mismo genera un alto grado de estrés para los organismos, es de reconocerse el esfuerzo que está haciendo el Laboratorio por seguir reproduciendo a esta especie y el hecho de que estos individuos estén poniendo huevos, quiere decir que el estrés ha sido disminuido después de años en cautividad, ya que de los 25 adultos, 17 nacieron en cautividad, mientras que el resto llevan de 10 a 14 años en cautiverio.

En las zonas tropicales los cambios ambientales tienen muy ligeras variaciones y algunos reptiles generalmente concentran su actividad reproductiva en épocas húmedas, declinando incluso hasta desaparecer en periodos de secas (Murphy *et al.*, 1980), ésto depende de ciertos factores como: calidad y cantidad de comida, habilidad de adecuar condiciones de anidación, presencia de depredadores y los eventos que ocurren en el ambiente individual que pueden predecir mejor las condiciones óptimas para la reproducción (Crews *et al.*, en Murphy *et al.*, 1994). Para reproducir tortugas en cautiverio se requiere mucha información, preferiblemente del país de origen de la especie en cuestión, y una forma de asegurar la reproducción es estudiando el clima de la zona natural donde viven, y tratar de simular las condiciones que prevalecen durante la época de apareamiento (Cobb, J, 1994). Dentro del Laboratorio encontramos actividad reproductiva (cortejos y puestas) persistente durante todo el periodo de estudio, y en base a ésto podemos decir de entrada que existen las condiciones suficientes para que se lleve a cabo este proceso de manera exitosa; aún cuando analizando mes a mes no se ve que haya una relación

entre la temperatura y humedad relativa de la pileta exterior, si se logra observar esta relación en el caso de la estacionalidad, resultando un tanto normal el resultado esperado en cuanto a la humedad relativa.

El rendimiento y la reproducción de los reptiles son significativamente afectadas por los cambios en su cuerpo de la temperatura, al igual que los principales factores que determinan su aptitud, aunque igualmente la lluvia puede ser importante (Birchard *en* Deeming, 2004; Crews *et al.*, *in* Murphy *et al.*, 1994). Wingfield recientemente menciona los factores que regulan la reproducción incluyendo aquéllos que a largo plazo controlan el inicio, mantenimiento y fin del proceso reproductivo; por ejemplo, fotoperiodo, temperatura y ritmos endógenos en la sensibilidad de las claves ambientales (Crews *et al.*, *in* Murphy *et al.*, 1994). En relación a la temperatura se observa que existió mayor actividad reproductiva (cortejos) en primavera y verano, siendo que aunque no coinciden con el mes de mayor número de cortejos que Patiño (2001) reportó (mayo), si entra dentro de la temporada mencionada. Esta ligera variación en el mes puede deberse a que las condiciones dentro del Laboratorio son las que más influyen en los procesos fisiológicos de éstos organismos, y se mantienen temperaturas y humedades relativamente estables, fenómeno que es más difícil que se dé en vida silvestre, y que altera la conducta de la especie en cautiverio. Para el estudio de Murillo en 1996, la única diferencia de que la mayor actividad no fue en Marzo, sino en Junio y Octubre, lo cual no concuerda con el estudio realizado por Patiño (2001), ya que menciona mayor actividad en Mayo y menor en Octubre con una duración promedio de cópula de 8.87 minutos (intervalo de 7 a 10 minutos). Es importante mencionar que aunque varió el mes de mayor número de cortejos, éstos se produjeron durante todo el año, circunstancia que fue invariable entre ambos estudios, no se tuvieron datos de los meses de cortejos de otros estudios, sin embargo se pueden observar comparaciones entre estudios de la misma especie en la Tabla 13.

Otro cambio que hay del cautiverio respecto a la vida silvestre es que por el hecho de que en el primero se les proporciona alimento continuo y por lo tanto, más de lo que consumiría un individuo en su medio natural, se puede

acelerar la reproducción, madurez precoz e incluso provocar que haya más puestas que las usuales (Murphy *et al.*, 1980), quizá también provocara que se tuviera actividad reproductiva durante todo el año, coincidiendo con los datos aportados por Patiño (2001).

El patrón de cortejo es complejo como resultado de una mayor movilidad en las tortugas de este grupo, la inseminación forzada (cuando el macho intenta la cópula sin cortejo previo) no es muy común aunque se vió a un macho intentar llevarla a cabo; sin embargo las hembras por su mayor tamaño pueden escapar de los machos con relativa facilidad, e incluso a veces se mostraban agresivas hacia los machos, lanzándoles mordidas y no permitían que el cortejo continuara. Berry *et al.* en 1980 explican ésto diciendo que hay reportes que indican que ésto sucede cuando las hembras no están receptivas a la cópula.

Sin embargo, sí se lograron observar cortejos que seguían aproximadamente el mismo patrón señalado por Murillo (1996) y Patiño (2001), aunque existen variantes en el sentido del orden de los eventos, mientras que para esos estudios el macho primero tiene contacto con la cabeza y cuello de la hembra, en el presente estudio, el primer contacto era directamente el olfateo de la cloaca y posteriormente buscaba la cabeza y cuello de la hembra, hasta que ella se mostraba amenazante y posteriormente se daba la monta, esta conducta en la hembra también es reportada por Merchán (2002) relativo a *R. funerea* y en *R. pulcherrima manni*. En este estudio se elimina el primer paso y no es exclusivo el cortejo bajo el agua, de hecho en su mayoría se daba fuera de ella.

En *R. funerea*, se reconocen tres etapas de acercamiento durante el cortejo, estas son: acercamiento, identificación e intromisión-cópula; en la primera etapa el canal olfatorio es el que domina, y en las etapas posteriores son el canal visual y táctil (Coto, 1987), estas etapas coinciden con las que presentó *R. areolata* en este estudio; también dicho autor menciona que *R. funerea* realiza su actividad reproductiva en el agua, y sin embargo en cautiverio se puede realizar en parte un preludeo terrestre, donde el canal olfatorio es el más usado. El canal olfatorio produce secreciones que se

sugiere pueden servir para la identificación sexual y específica, en el canal visual, participan las posturas y reconocimiento del cortejo que es conocido por los grupos de tortugas, el canal táctil, incluye roces de hocico, mordidas, golpes, empujones y choques en los caparazones de testudinos y emydidos. La búsqueda de cola e intromisión se pueden asumir como estímulos táctiles en todas las tortugas, y aunque existe el canal auditivo, este ha sido pobremente estudiado y aún así no se presentaron vocalizaciones audibles para el hombre durante los cortejos observados (Murphy *et al.*, 1980; Coto, 1987).

También son conocidos los fenómenos de simultaneidad y sincronía durante el cortejo, el primero consiste en las acciones que realizan simultáneamente los organismos, como puede ser el olfatear y perseguir a la hembra, y la sincronía nos habla de una secuencia en los eventos reproductivos en ambos sexos de manera sincronizada, esta ocurre al final del cortejo y durante la cópula. En este estudio, podría ser el hecho de que las hembras lanzaran mordidas y el macho se escondiera en su caparazón para después dirigirse rápidamente a la parte posterior de la hembra y montarla, ésto corresponde a la fase de interrelación rápida entre los sexos, siendo que primero se presenta la fase lenta del cortejo y de este modo se puede observar la sincronía (Coto, 1987), si el cortejo se alarga demasiado o se repiten continuamente las etapas del mismo, se puede llegar a alterar el estado reproductivo de hembras y quizá de machos (Auffenberg, 1977 citado en Murphy *et al.*, 1980).

Quizá el hecho de que no se presentaran todos los pasos mencionados en otros estudios durante el cortejo, o se integraran otros, sea debido al cautiverio, ya que se llegan a alterar muchas conductas, incluso se observaron machos que cortejaban otros machos y una hembra que presentó a su vez conducta de cortejo homosexual, estas han sido llamadas anomalías del comportamiento por Murphy *et al.*, en 1980. Cabe mencionar que los organismos adultos que se ocuparon en este estudio, fueron en su mayoría nacidos en cautiverio, únicamente hubo 4 organismos de 25 que prevenían 2 de Tabasco y 2 de Veracruz que llevan más de 8 años en el Laboratorio, lo cual puede tener implicaciones en cuanto a la conducta de

cortejo, ya que pueden tener un patrón con ciertas diferencias de acuerdo a su lugar de origen. Otro detalle observado durante el periodo de experimentación, fue que existían algunos machos que reaccionaban de forma distinta a la presencia de hembras en relación a los machos que vivían con ellas en la pileta interior; se sabe que la densidad poblacional en animales territoriales puede formar jerarquías y encuentros agresivos entre machos, sin embargo este efecto no fue observado en esta especie, aunque si se vió que algunos machos eran los que tenían mas oportunidades de reproducción por el mismo hecho de que tenían siempre a su disponibilidad a las hembras. Coborn (1994) menciona que la respuesta reproductiva en cautiverio es más probable si los sexos se han mantenido separados hasta el momento exacto en que podría producirse esta actividad.

Debido a que en muchos vertebrados la actividad sexual es dependiente de las hormonas sexuales gonadales, se requieren programas reproductivos en cautiverio con conocimientos acerca del comportamiento y los niveles de actividad de los machos de la población. La conducta de los machos afecta la de las hembras y viceversa, si se tienen separados a los machos en grupos exclusivos de machos o aislados de otros individuos, van a tener un patrón testicular menor comparado al de los machos que viven con hembras. Sin embargo cuando se exponen machos sin previa actividad sexual a hembras con alto contenido de estrógenos, van a iniciar la actividad de cortejo de acuerdo a las observaciones hechas por Crews *et al.*, (1994), el estatus reproductivo del macho es una característica importante del entorno en el encierro de las hembras, si las hembras conviven con machos castrados e inactivos sexualmente, fallarán al ovular. Quizá si se separara temporalmente a los machos de las hembras, en el caso de que dentro del Laboratorio se buscara hacer un programa de reproducción más completo y dirigido, se tendría más éxito y un mayor número de cópulas.

Murphy *et al.* (1980) menciona también que es común que se prolongue la actividad de cortejo en cautiverio, en este caso el tiempo de duración máximo observado fue de 1 hora 47 minutos, aunque este dato sólo se obtuvo una vez y la duración iba de casi 6 minutos a poco mas de 26 minutos, mientras Murillo (1996) reportó un cortejo de 15 minutos de

duración promedio. Rodríguez-Rico *et al.* (2005) no menciona actividad reproductiva para *R. areolata*, y Mittermeier (1971) reporta varias cópulas sin éxito para *R. annulata* durante las lluvias, este fenómeno no se observó durante el periodo de estudio ya que únicamente llovió una vez y no se observó conducta de cortejo sino de resguardo de la lluvia o hiperactividad en los 6 individuos, sin fines reproductivos.

Es importante entonces que para programas de reproducción en cautiverio se tengan bajo control los factores del entorno de la hembra, ya que si existieran factores adversos hacia éstas se pueden tener consecuencias a largo plazo para las futuras crías; tales como ausencia de reproducción, deformidades, bajo peso o longitud pequeña (Crews *et al.*, 1994).

El hecho de que la hembra sea más grande (19.807+1.774) que el macho (17.390+1.657) en esta especie, puede vincularse con la hipótesis de fecundidad, siendo que la selección favorece a las hembras más largas con una relación positiva entre tamaño corporal y fecundidad (Berry *et al.*, 1980).

Una vez que se lleva a cabo la cópula, la fertilización ocurre en los oviductos y se sabe que la puesta de los huevos tiene lugar unas 8 semanas después del apareamiento (Cobb. J, 1994), aunque también se pueden depositar huevos no fértiles, la mayoría de los que se depositan si lo son y de hecho si las condiciones no son favorables, las hembras pueden retener el esperma. Se sabe que los conductos especializados de almacenamiento se producen en muchos reptiles (Crews *et al.*, in Murphy *et al.*, 1994) y las hembras pueden retenerlo por periodos de hasta 4 a 6 años en algunos casos, a este fenómeno se le llama *amphigonia retardata*. Este esperma puede ser de uno o varios machos. Algunos autores sugieren que este hecho le confiere beneficios de sobrevivencia de las hembras reproductivas, y facilita la colonización de hábitats por una hembra solitaria y previamente inseminada (Frye *et al.*, 1991; Berry *et al.*, 1980), este hecho también explica que las hembras puedan seguir poniendo huevos fértiles durante años en cautiverio en ausencia de los machos, y sugiere la importancia de establecer en cautiverio cual(es) de los machos fue(ron) el(los) que

inseminó(aron) a la hembra, de esta manera, podemos observar que no se requiere como requisito absoluto tener machos en cautiverio, siempre y cuando la hembra se aparee con éxito, al menos de vez en cuando (Crews *et al.*, in Murphy *et al.*, 1994), dándole a la hembra la oportunidad de una fertilización exitosa aún cuando no haya estado ovulando durante la cópula (Berry *et al.*, 1980). Durante nuestro estudio sólo se observó 1 cópula y aunque es muy probable que hayan sucedido en horarios distintos a los de la observación o cuando nadie podía verlas, quizá también algunas hembras hayan sido inseminadas antes del tiempo en el que empezó el estudio (4 hembras llegaron al Laboratorio 4 años antes de la experimentación) y de alguna manera, apenas se pudieron adaptar en esa temporada al cautiverio.

La oviposición al igual que en el estudio de Patiño (2001), es más probable que se haya llevado a cabo en la noche o temprano en la mañana. Sólo se observó una vez dicho fenómeno y coincide con la forma en que lo hace *R.pulcherrima* (Patiño, *op.cit.*), ya que la hembra busca donde hacer su nido, una vez que ya lo encuentra se apoya en sus patas delanteras y remueve la arena con las traseras, expulsa los huevos y cuando los cubre lo hace a unos 9 cm de profundidad.

Las puestas obtenidas en el presente trabajo se tuvieron durante todo el año, según los estudio *ex situ* de Ramírez-Perilla (2005a) y Alderton (1988), es normal que se comporten conforme a ciclos reproductivos continuos y ésto es propio de organismos de hábitat tropicales, de la misma forma los organismos de este género, suelen depositar sus huevos cubriéndolos de manera parcial o total, siendo que en vida silvestre podrían cubrirse por hojas y ser menos vulnerables durante el periodo de incubación. Ésto de que no se cubrían los huevos se observó claramente en la mayoría de los casos, únicamente una vez se cubrieron en su totalidad y se dejaban expuestos hasta que eran recogidos para su incubación artificial, entonces se podría decir que el cautiverio puede afectar esta conducta, aunque únicamente se haya visto un caso en 57 (1.754% de los casos).

Las puestas disminuyeron hacia el verano y aumentaron para la temporada de otoño, Ramírez-Perilla (2005a) atribuye que eso se debe en *R.*

melanosterna a que la temperatura ambiente se incrementa y también lo hace el metabolismo, así que la energía que se consume se gasta mas en mantenimiento, creando un déficit en crecimiento y reproducción, ésto sucede también en su estudio y entonces al parecer se debe a las altas variaciones en las tasas metabólicas de los organismos, propias de animales poiquiloterms. También menciona que los Bataguridos se caracterizan por la producción constante de posturas con muy pocos huevos extremadamente grandes.. De hecho los huevos de *R. areolata* son de gran tamaño y cascarón rígido calcificado (Harfush *et al.*, 2004; Merchán, 2002). Es de suponer que bajo condiciones de alta humedad relativa, disponibilidad permanente de alimento y temperaturas constantes propias del promedio de la franja tropical, las especies del género *Rhinoclemmys* incrementan el esfuerzo reproductivo (número de huevos por puesta) con frecuencia durante todo el año, dentro de los límites genéticos y fisiológicos máximos posibles, lo cual requiere mayor investigación sobretodo en tortugas amenazadas o vulnerables (Ramírez-Perilla, 2005).

Se puede observar que la temperatura del arenero donde fueron depositados los huevos, era de un rango mayor ($26.8^{\circ}\text{C} \pm 8.31^{\circ}\text{C}$) que el de la temperatura de incubación posterior a la que se sometieron éstos ($30.971^{\circ}\text{C} \pm 1.234^{\circ}\text{C}$), sin embargo esta última temperatura estaba dentro del rango de la primera y la humedad si fue un poco menor ($61.566 \pm 6.669\%$) dentro de la incubadora que en el sitio elegido por las madres ($83.2 \pm 17.4\%$). Normalmente los huevos son enterrados en un punto que responde a las condiciones necesarias para su maduración, y ésto es evaluado por la mamá tortuga, (en vida silvestre), lo que nos lleva principalmente al éxito en el desarrollo de los huevos de quelonios es el mantenimiento correcto de temperatura y humedad, y en condiciones naturales, las hembras suelen poner los huevos en un lugar soleado pero con sustrato húmedo (Cobb, 1994; Coborn, 1994). En el caso del cautiverio, las tortugas generalmente no tienen elección en cuanto al sitio de puesta, en este estudio, las puestas podían darse en la pileta exterior donde estaba soleado y la mayoría de las veces, húmedo, sin embargo, las tortugas prefirieron poner en todas las ocasiones en la pileta interior; donde las condiciones eran más estables y era el lugar en el que estaban habituadas a

vivir, éste quizá les pareció el mejor sitio debido a que ya lo conocían y la pileta exterior sólo era ocasional para ellas, además de que las condiciones no eran tan variables como en el exterior aunque media de profundidad 20 cm, tal como González *et al.* (2007) recomiendan para tortugas que miden menos de 30cm de longitud. Al respecto, González *et al.* (2007) mencionan que por más bonito que se le presente el arenero a las tortugas, muchas veces ellas preferirán depositar los huevos en cualquier sitio, incluso si no llegase a disponer de arena podría hacerlo en el agua (ésto también se observó durante el periodo de experimentación), ya que de manera general, cuando se les colocaba arena, las tortugas entre el arenero y el agua, retiraban su arena en todos los casos, siendo que tenían su arenero lleno y en condiciones adecuadas la menor parte del tiempo (aproximadamente el 25% de las veces), y no tenían sustrato para ovipositar, si los huevos se colocan en el agua, los embriones pueden morir rápidamente, o si los pone en una superficie dura (como puede ser el arenero de la pileta ya vacío) se pueden romper o incluso deshidratarse fácilmente.

De esta manera se sabe que la influencia de la madre es pre y postoviposición, en la preoviposición, el embrión en desarrollo se expone a la temperatura corporal de la hembra, la cual se determina mediante las condiciones térmicas del ambiente y comportamiento de termorregulación. El tiempo que el embrión en desarrollo está funcionalmente expuesto a la temperatura materna depende de la duración de la retención del huevo en el oviducto y si el desarrollo embrionario continúa o no internamente. Si se altera la termorregulación se incrementa la proporción de progenie defectuosa o muerta, mientras que la influencia postoviposición esta asociada al sitio que elige la hembra ya sea ligeramente sombreado, exposición solar especial o, microentornos térmicamente controlados, de hecho, como se observa el rango de la temperatura del sitio de oviposición es ligeramente amplio (29-35°C) y en condiciones naturales se llegan a dar oscilaciones térmicas diarias de 10-12°C. Bajo condiciones naturales es raro que haya una temperatura constante de incubación e incluso parece ser que las tortugas pueden tolerar temperaturas por debajo del umbral crítico térmico durante largos periodos y aún con éxito de eclosión (Birchard *in*

Deeming, 2004), es por ésto que la correlación entre puestas y temperatura no existe.

El rango de temperatura ideal para incubación se encuentra entre 25.5 a 30°C, aunque la temperatura usada durante el año de experimentación era ligeramente mayor y se están obteniendo nacimientos, siendo que la especie es tropical y la temperatura no era tan alta a diferencia de la propuesta, se considera adecuada para esta especie. Generalmente el tiempo de incubación es especie-específico y al mismo tiempo depende de la temperatura (a menor temperatura, mayor tiempo de incubación), si hay mucha variación en temperaturas puede ocasionar defectos en los embriones. Puede ser prudente variar ligeramente la temperatura diaria para asegurar que haya organismos de ambos sexos (Frye *et al.*, 1991).

La humedad relativa requerida para una incubación exitosa varía notablemente en reptiles, dependiendo de la especie, pero usualmente esta dentro del rango de 65 a 95% (Frye *et al.*, 1991). Además, una mayor humedad relativa facilita la producción de huevos en cautiverio (Murphy *et al.*, 1980) y las especies tropicales requieren más humedad que las áridas, ésto les confiere mayor sobrevivencia (Crews *et al.*, in Murphy *et al.*, 1994). Humedecer ligeramente el medio de incubación ayuda en la prevención de la desecación de los huevos y de su contenido, también ayuda en el intercambio de los gases respiratorios. Los huevos de algunas especies que usualmente anidan en medios relativamente secos pueden absorber demasiada agua y explotar, por lo tanto cuando se incuban en vermiculita húmeda, los huevos comienzan a hincharse y no eclosionan exitosamente (Frye *et al.*, 1991).

El medio de incubación debe retener la humedad y permitir que el aire circule. En este caso, se tuvo éxito con ambos sustratos: arena y agrolita, siendo que Cobb en 1994, menciona que el éxito de la arena es medio y ésto de acuerdo a Frye *et al.* (1991) podría deberse a que cuando el sustrato es arena las concentraciones de oxígeno disminuyen y ésto quizá se vió compensado por el que diariamente (a excepción de los fines de semana) se aereaban los huevos proporcionándoles una fuente extra de

oxigenación. Otra cosa que se observó, fue que la humedad a la que se sometieron los huevos (61.566+6.669) fue menor que la recomendada para especies tropicales, que es del 95% (Birchard *en* Deeming, 2004). Sin embargo, si la humedad es muy alta, se corre el riesgo de promover el crecimiento de hongos que pueden matar al embrión en desarrollo, es por eso que también es recomendable la agrolita, ya que por su color permite detectar fácilmente cambios en el huevo (González *et al.*, 2007), así como tampoco se recomienda que se cubran en su totalidad. Muchos huevos son tolerantes a hongos en la cáscara y la membrana debido a que sus albúminas tienen propiedades antimicrobianas (Birchard *en* Deeming, 2004). Quizá la baja humedad relativa en incubación fue la causante de no haber obtenido un mayor número de crías durante el periodo de estudio.

La cantidad de agua no necesariamente entra en el embrión propiamente dicho, sino que es retenida y utilizada por el huevo para los diversos procesos metabólicos del desarrollo embrionario: movimiento de iones, catabolismo proteico, gasto de nitrógeno, para evitar deshidratación embrionaria, defensa contra los microbios, y amortiguadora contra los cambios del medio ambiente, se sugiere que el agua que no se toma en el protoplasma de los embriones se almacena en el saco alantoideo (Birchard *en* Deeming, 2004). En este caso los huevos de *R. areolata* son de cáscara rígida y por lo tanto, son menos afectados por la humedad del sustrato que los huevos blandos. El potencial hídrico es más importante que la temperatura en la determinación de la supervivencia embrionaria, debido a que los huevos mas flexibles tienen una alta conductancia de vapor de agua con el ambiente que los rígidos (Birchard *en* Deeming, 2004) y durante este año de estudio sobrevivieron casi el 50% de los huevos.

Crews *et al.* (1994) sugieren en base a 2 estudios que el ambiente hídrico durante la incubación puede incluso afectar la determinación del sexo, aunque se ha fallado al demostrar este efecto. Huevos de tortuga incubados en sustratos secos tienen comparativamente una mayor mortalidad en relación con los incubados en sustratos húmedos. Las crías de tortugas de incubaciones húmedas son más grandes y exhiben mayor rendimiento en la locomoción tanto en agua como en tierra, experimentos revelan que un

factor fisiológico es altamente responsable de esta diferencia; las tortugas más largas de condiciones de incubación más húmedas acumulan lactato más lentamente que las que se sometieron a incubación más seca (Crews *et al.*, *op.cit.*).

Un detalle observado en los huevos fue que algunos se veían con grietas, para lo que Birchard (citado en Deeming, 2004) menciona que es común que en especies con huevos rígidos existan grietas con hinchazón y caigan sectores enteros de la cáscara exterior calcificados durante las últimas semanas de incubación. Sin embargo, en este trabajo la cáscara y las membranas permanecieron intactos y el líquido no se perdió hasta el final de la incubación a la que se sometieron.

En las tortugas se ha demostrado frecuentemente que la determinación de los sexos se da por la temperatura. En la mayoría de las especies a 25°C se producen machos y a 31°C o más se producen hembras, en la mayoría de las tortugas el sexo se determina en el tercer tercio del desarrollo (Vogt *et al.*, 1982), ya que son depositados en una etapa temprana de desarrollo (etapas de gastrula y nérula) (Birchard *en* Deeming, 2004).

Aunque no se sexaron las crías nacidas es importante saber ésto para poder tener una temperatura en la incubadora que sea intermedia para que se produzcan individuos de ambos sexos, lo cual se ha logrado dentro del Laboratorio a la temperatura que se mantuvieron los huevos en incubación; en la naturaleza ésto puede compensarse por la elección del sitio de anidación de la hembra y por el cambio climático para lograr un equilibrio de los sexos, ya que puede evolucionar en respuesta a las variaciones climáticas, según se ha visto en emydidos pueden experimentar variación periódica de los sexos y ser afectadas por: 1) la posición del umbral entre la temperatura de producción de machos y hembras, 2) la duración de la exposición necesaria en una temperatura para inducir la diferenciación de macho o hembra en virtud de variaciones diarias de temperatura, 3) elección materna de los lugares de anidación, 4) fecha de oviposición y 5) la tasa de desarrollo anterior a la temperatura de etapas sensibles. Por ejemplo, si el ambiente se enfría, dando lugar a la producción de un exceso

de machos, la selección favorecerá los cigotos que por lo general se requieren para la diferenciación de hembras. Debido a que las diferencias en el umbral de temperatura son hereditarias, éstos individuos tendrían que convertirse también en la descendencia de hembras en la temperatura más baja que la media, las hembras y la diferenciación podría extenderse a la disminución de las temperaturas hasta el umbral de la proporción sexual equilibrada. Si existe más variación genética para la elección de lugares de anidación, entonces ésto será una fuente importante de la evolución de proporción de sexo, en lugar de un cambio de umbral de temperatura (Vogt *et al.*, 1982).

El tiempo de desarrollo varía de una especie a otra e incluso en huevos de la misma nidada (Harfush *et al.*, 2004), se puede incrementar si a su vez se incrementa la masa de huevos/ masa de crías, de manera general disminuye cuando aumenta la temperatura de incubación promedio (Birchard *en* Deeming, 2004).

La información de las características del huevo y de las crías de *R. areolata* se presentan en la Tabla 13, comparándose con los estudios de Del Moral *et al.*, 2002 y Patiño, 2001 para la misma especie, ahí se observa la variación en los meses de puestas entre el estudio de Patiño (*op.cit.*) y el nuestro, y se puede observar también que en los demás datos no varía considerablemente, aunque en la mayoría de los casos no existen suficientes datos para comparar.

	Nuestro estudio	Del Moral <i>et al.</i>, 2002	Patiño, 2001	Carl, 1989	Ernst <i>et al.</i>, 1989
meses de puestas	todo el año (máx oct)	.	todo el año (máx mayo)		
tamaño de puesta (no. huevos)	1.479 ± 0.80 (1 a 4)	1.5 (1 a 3)	1 a 3		
largo de huevo (cm)	4.908 ± 0.761	4.81	5.26		6
ancho de huevo (cm)	2.974 ± 0.24	3.03	3.09		3.1
peso huevos (g)	27.44 ± 7.31	29.95	.		
largo crías (cm)	4.96 ± 0.47	5.3	.		5.2-5.5
ancho crías (cm)	4.036 ± 0.89	4.3	.		
peso crías (g)	22.23 ± 4.80	18.8	.		
temperatura de	30.9±1.23	30	28.13		

incubación (°C)					
humedad incubación (%)	61.56±6.67	55	.		
eclosión (días)	71.2 (69 a 76)	96	70.6 (70 a 72)		
volúmen huevo (cm³)	13.077	.	26.29	30.19	

Tabla. 13 Cuadro comparativo de algunos datos morfométricos de puestas y crías obtenidos en este estudio y de otros autores acerca de *R. areolata* en semicautiverio y cautiverio.

La MRP (masa relativa de la puesta) es la energía que una hembra destina para la reproducción, y puede variar de acuerdo a factores como la alimentación, locomoción y modo de reproducción ya que se causan cambios en las condiciones del cuerpo de las hembras. Si una hembra quisiera mantener fija la MRP tendría que tener una alta ingesta alimenticia para compensar el cambio en la masa corporal. El cambio en la MRP podría darse ajustando el tamaño de la puesta, el tamaño de las crías o de ambos; en ese sentido no existió gran variación (1 a 4 huevos) entre nuestros datos en cuanto al tamaño de crías o de puesta, ya que el tamaño máximo de puesta no es muy grande (4 huevos), aunque puede variar entre las hembras. Un problema podría darse si no se tuviera la alimentación adecuada para los adultos, ya que ésto llevaría a una reducción de la MRP o incluso a eliminar la reproducción en su totalidad (Ford *et al.*, en Murphy *et al.*, 1994). Es recomendable hacer más estudios acerca de ésto ya que no se tuvo punto de referencia para comparar la información obtenida en cuanto a MRP de *R. areolata*.

Se sabía que las crías de *R. areolata* median al nacer entre 52 y 55 mm de longitud (Merchán, 2002), la información de este estudio con otros de la misma especie se encuentra a su vez en la Tabla 2., en ésta se muestra que las crías nacieron un poco mas pequeñas (0.04 cm de diferencia) que en los demás trabajos, pero sin embargo, tenían mayor peso que en el estudio de Del Moral *et al.* (2002), aún cuando el peso de los huevos era menor en nuestro estudio, ello quizá se deba a que la humedad proporcionada en este estudio fue mayor y los huevos pudieron absorber más agua. También se observan las diferencias en la duración del tiempo de incubación hasta la

eclosión, a pesar de que se tenían a la misma temperatura que Del Moral *et al.* (2002), esos huevos tardaron poco mas de 20 días en eclosionar que los nuestros y Patiño (2001) no menciona la temperatura de incubación, pero si se toma en cuenta que fue en el mismo Laboratorio que nuestro estudio se puede ver que en realidad no hay grandes diferencias entre el número de días hasta la eclosión, en el caso de que tardaran más días en eclosionar, estas crías podrían haber muerto, aunque como hemos mencionado, ésto depende en gran parte de las condiciones de incubación, ya que determinan el desarrollo de los embriones, sin embargo el hecho de haberlas obtenido se traduce en un buen ambiente para reproducción en la especie, Harfush *et al.*, 2004 reportó haber obtenido 20 crías de la especie a partir de 11 adultos. En este caso fueron menos crías las nacidas en este año a pesar de que se tenían más adultos (25); ésto puede ser debido a que no todos los adultos presentaron conducta reproductiva y pudiera deberse quizá a la edad, a que algunos de los organismos posiblemente no estaban maduros sexualmente, y a los factores previamente mencionados.

2. Crecimiento

Las tortugas comparten con otros vertebrados poiquilotérmicos las desventajas de crecimiento indeterminado, por lo que la determinación del tamaño de los adultos es difícil (Berry *et al.*, 1980). Zug en 1991 (citado en Merchán, 2002), menciona que el único modo completamente fiable y exacto de calcular la edad de un reptil es realizar el seguimiento de la evolución de sus medidas corporales desde el momento de su nacimiento, aunque los inconvenientes para este método son obvios debido a que alcanzan una gran longevidad, siendo otro método el de mantener en cautividad a individuos de edad conocida, dándoles un seguimiento regular del crecimiento para tener un conocimiento certero del incremento de sus medidas corporales en función de tiempo; con esto se pueden determinar ecuaciones logarítmicas de crecimiento, para inferir las tasas de crecimiento (TC) a lo largo de su vida y calcular tamaños a edades determinadas y viceversa, tal como lo que se hizo en este año de estudio.

En nuestro estudio los machos con el paso del tiempo van disminuyendo en la velocidad de crecimiento a más temprana edad que las hembras, reflejando de esta manera el dimorfismo sexual relacionado al tamaño corporal de esta especie, ya que los machos destinan la energía hacia la reproducción, mientras las hembras siguen creciendo. Berry *et al.* (1980), menciona que el crecimiento de las tortugas se frena notablemente después de la madurez sexual, de tal manera que la dificultad al calcular la edad adulta se minimiza, así como también se facilita reconocer el momento en el cual comienza a ser aparente el dimorfismo sexual de una especie. Consideramos que a los 155 mm ya tenemos la certeza de que los machos de esta especie alcanzan su madurez sexual (debido a que la única cópula registrada fue de un macho de esa longitud). Dentro del Laboratorio, se puede calcular que a los 4 años 9 meses, ya se pueden integrar éstos individuos (machos) a programas de reproducción, lo cual tiene efectos positivos en cuanto a conservación se refiere.

Dentro de las tortugas acuáticas, las hembras alcanzan tamaños corporales más grandes que los machos en un 97% de las especies (Berry *et al.*, 1980)

y *Rhinoclemmys areolata* pertenece a esta gran mayoría; en este caso, las hembras crecen a un tamaño mayor que los machos, entonces las hembras adultas necesariamente tienen mayor tasa de crecimiento absoluto que los machos adultos de la misma edad, y ya fue muy mencionado el hecho de que la hembra tiene una mayor longitud que el macho; el modelo de Von Bertalanffy no se pudo aplicar a ambos sexos por separado, debido a que es difícil sexar a las crías y algunos juveniles, por lo que se obtuvo la tasa de crecimiento para la especie únicamente. Éstos valores pueden variar tanto temporal como espacialmente, ya sea por temperatura, duración de la temporada de crecimiento, alimentación y factores ecológicos, los análisis de tamaño de dimorfismo sexual se dificultan por el hecho de que éstos animales maduran a tamaños relativamente pequeños en relación a sus tallas finales asíntóticas (Stamps, 1995).

Para explicar dicho dimorfismo, Berry *et al.* (1980) menciona que Ghiselin propuso dentro de sus dos tipos de presiones de selección natural, el hecho de que los machos tengan una mayor ventaja al ser más móviles y poder inseminar un mayor número de hembras, ésto favorece un menor tamaño en machos. En el caso de *R. areolata* aplica este caso y los machos así pueden poner a disposición su energía para la locomoción en vez de para el crecimiento (Berry *et al.*, 1980). Este autor menciona también que se espera que los factores que afectan el tamaño de las hembras sean semejantes entre especies relacionadas, sin embargo en la especie *Rhinoclemmys funerea* las hembras son del mismo tamaño que los machos, y sin embargo, presentan los mismos patrones reproductivos de manera general (ausencia de combates e inseminación forzada, presencia de elección de las hembras), por lo cual puede ponerse en duda el hecho de que la variabilidad interespecífica en el dimorfismo sexual sea debida exclusivamente a presiones de selección que actúan sobre los machos.

La dirección y el grado de dimorfismo sexual en el tamaño puede depender de la estrategia reproductiva del macho, lo que hace que se vea reflejado el hecho de que fisiológicamente están relacionados tanto el crecimiento como la reproducción. En las tortugas semiacuáticas se da un comportamiento precoital elaborado donde la elección de la hembra claramente juega un rol importante. Esta estrategia es mucho más común en tortugas semiacuáticas

que en otros grupos de tortugas. En general las hembras son más grandes que los machos cuando los comportamientos de combate o inseminación forzada están ausentes, en este caso los machos frecuentemente muestran conductas precoitales más elaboradas. La elección de hembras parece ser de primera importancia en este grupo, el mayor tamaño de las hembras es consistente con al menos 3 diferentes hipótesis: incrementan fecundidad, los machos tienen mayor facilidad de acceso a las hembras o los machos destinan su energía a la búsqueda de hembras más que al crecimiento (Berry *et al.*, 1980; Stamps, 1995). Otra explicación al hecho de que el crecimiento corporal sea diferente ha sido comprobada para muchos reptiles (Crews *et al.*, en Murphy *et al.*, 1994) y es debida a la temperatura de incubación y al sexo del animal.

El crecimiento individual está determinado por diversos factores, en primera instancia debemos tomar en cuenta la alimentación; de manera general en reptiles se ha demostrado que en periodos cortos de forrajeo exitoso, aumenta la masa corporal en relación con la longitud y viceversa (Ford *et al.* en Murphy *et al.*, 1994), en *R.melanosterna* el consumo de alimento y la biomasa corporal no tienen correlación estadística, pero reportan que entre menores sean los periodos de tiempo sin alimento, la tasa de crecimiento específico es mayor, también reportó que a menor temperatura, las tortugas comen y crecen menos que en periodos donde la temperatura es alta (Rangel-Mendoza *et al.*, 2004; Rangel, 2002 citado en Ramírez-Perilla, 2005; Birchard en Deeming, 2004; Murphy *et al.*, 1980), por lo tanto es hasta cierto punto obvio que si se tiene una buena alimentación, el crecimiento de las crías se determina por el tiempo de termorregulación. De acuerdo con Avery (Murphy *et al.*, 1994), el tiempo óptimo de termorregulación para las crías es de 12 a 14 horas por día. En el caso de nuestro estudio, el tiempo de asoleo directo de las crías fue de 2 a 4 horas, 3 veces a la semana, con fotoperiodo artificial diario de 12 horas luz/12 horas oscuridad, y tuvieron tasas de crecimiento más altas que los juveniles, y por supuesto que los adultos; esto ocurre de manera natural si no en todas las especies, si en las tortugas. Andrews en 1982 asocia el hecho de que el crecimiento sea más lento en individuos maduros a los costos reproductivos (citado en Merchán, 2002) y esto le confiere ciertas

desventajas ecológicas a los individuos jóvenes en vida silvestre (Brown *et al.*, 2005), no así en cautiverio. En el mismo estudio se demostró el efecto que puede tener la calidad del hábitat en tortugas del desierto, siendo que si éstos están perturbados, la tasa de crecimiento es más lenta que en hábitats intactos y por lo tanto, demora la madurez sexual, lo cual le confiere una ventaja al estudio en cautiverio, ya que si se le da un medio ambiente estimulante y un excelente régimen dietético, se produce un mayor crecimiento y precocidad; es decir, bajo ciertas condiciones las tortugas pueden crecer más rápido y por lo tanto, alcanzar la madurez sexual a edades más tempranas (Jackson *et al.*, 1978; Frye *et al.*, 1991). En el estudio previo dentro del Laboratorio de Herpetología de la FES-Iztacala de Murillo en 1996, se observó que un macho de la especie presentaba conducta de cortejo a los 105mm de longitud, sin éxito para lograr la cópula, ésto nos indica que a este tamaño no ha alcanzado aún la madurez sexual y quizá si se le da un ambiente más óptimo y semejante a su ambiente natural, la madurez sexual precoz pueda lograrse aún con mayor rapidez, lo cual podría comprobarse adaptando un poco mas el medio en el que viven estas tortugas a la vida silvestre.

En el caso de animales extraídos de vida silvestre, pueden haber cambios en su régimen alimenticio una vez en cautiverio, un ejemplo de ésto es que *R. annulata* no aceptó su alimento natural (Mittermeier, 1971), e incluso si nacieran en cautiverio, se ha demostrado que las crías muestran cierta preferencia por la primer comida que se les ofrece, aunque si llegan a consumir otros alimentos (Weldon *et al.*, en Murphy *et al.*, 1994), lo cual no se vio del todo reflejado en este caso, ya que el consumo en gramos de ensalada de las crías ($2.14+0.477$) fue mayor que el de alimento paletizado ($0.24+0.229$), aún cuando esté último era consumido en base a su disponibilidad por las crías.

El principal problema de los estudios en cautiverio, es la excesiva duración del estudio si se siguiera la talla de cada organismo durante toda su vida. Por lo que los datos de crecimiento, pueden presentar importantes diferencias, que si se tomaran datos de vida silvestre; sin embargo la única diferencia observable hasta el momento es la longitud máxima que presentó

la especie en cautiverio (236 mm) en este trabajo, que es mucho mayor que la reportada en vida silvestre por Merchán en el 2002 (206 mm). Sin embargo no se pueden hacer generalizaciones a nivel de especie a partir de tasas de crecimiento corporal obtenidas de las tortugas cautivas a menos que se tengan las mismas condiciones de mantenimiento, ya que el crecimiento además de estar determinado genéticamente, lo está también ambientalmente (temperatura, luz, humedad, lluvia, sol, hábitat y alimentación) (Goyenechea, 2006). En caso contrario podríamos encontrar variaciones espaciales o temporales en las estimaciones de tamaño dimórfico (Stamps, 1995).

3. Enfermedades en cautiverio

La causa de la muerte de una de las crías posteclosión no se sabe con seguridad cual fue, sin embargo se sabe que la eclosión es el primer reto al que se tienen que enfrentar las tortugas en sus vidas. En reptiles ovíparos, el desarrollo embrionario es altamente sensible a la temperatura experimentada durante el periodo de incubación del huevo, ya que esta aunada a las condiciones de humedad, y la exposición a hormonas durante la incubación pueden influenciar el crecimiento embrionario, éxito al eclosionar, viabilidad neonatal y morfología, determinación del sexo, e incluso la fisiología y conducta adulta.

En general, el efecto de la temperatura en el crecimiento es tal que, dentro de una gama limitada, los individuos de mayor temperatura de incubación crecen más rápido que los individuos de más bajas temperaturas de incubación (Crews *et al.*, en Murphy *et al.*, 1994); en la incubación de nuestros huevos, se esperaba que todas las crías tuvieran las mismas características, ya que estuvieron sometidas a la misma temperatura y humedad, y carecían de la influencia de hormonas durante la incubación, sin embargo una de las crías murió durante el proceso de eclosión; al respecto Mc Arthur *et al.* (2004) mencionan que la muerte embrionaria puede afectar a toda la nidada o sólo a algunos huevos de la misma y que ésta, es un problema común observado en todos los taxones de reptiles; puede ser causada por temperatura, humedad, tipo de sustrato, saturación

de sustrato o concentraciones de gas en la incubadora, hipoxia, hipercapnia (aumento de la presión parcial de dióxido de carbono (CO_2), por encima de 46 mmHg), rotaciones de huevos, infecciones virales o bacterianas, factores genéticos (ya que si se cruzan individuos de diferente origen geográfico puede que tengan diferentes requerimientos de incubación), también puede estar afectado por la nutrición de los padres y edad, éstos datos comúnmente no son registrados. Por citar un ejemplo, en *Apalone mutica* se tienen registro de que de 33 huevos de una puesta, murieron 21 embriones debido a bajas temperaturas de incubación (24°C). En este sentido, las condiciones al ser las mismas que para los demás huevos, permiten sospechar que el medio en que se encontraban no fue el causante de la muerte embrionaria, sin embargo, no pueden descartarse efectos de rotación de huevo, infecciones, ya que en algunos casos se ha registrado dentro del Laboratorio que la mortalidad de las crías no dependía del tiempo de incubación de los huevos sino de la presencia de coccidias porque estas crías presentaron signología (Patiño, 2001), sin embargo en este caso no se le hizo ningún diagnóstico a la tortuga debido al avanzado estado de descomposición.

También podría deberse a un caso de hipoxia o hipercapnia, debido a que esta cría inició el proceso de eclosión con 4 días de retraso al tiempo promedio que les llevó a las demás crías; o a factores genéticos (considerando que no se tuvieron registro de los padres y que 4 de ellos tienen un origen distinto al cautiverio), además, cabe mencionar que esta cría provenía de una puesta de 3 huevos, de los cuales solo el embrión que murió inició la eclosión, lo que nos hace pensar que los demás huevos a pesar de estar fertilizados, quizá no eran capaces de producir una eclosión exitosa, o de igual manera, murieron dentro del huevo.

Alderton en 1988 menciona que es más probable que sobrevivan crías de *Rhinoclemmys* que son más grandes, la baja que tuvimos no era una tortuga pequeña, de hecho tenía un peso de 25.35g, mientras la media de pesos en crías al nacer fue de 22.231g, siendo que ese peso era el mayor entre una muestra de 10 crías, por lo cual es más probable que si se haya debido a alguna patología.

De las enfermedades presentadas en *R. areolata* en cautiverio, Galindo *et al.* (2005) reportó dentro del Laboratorio de Herpetología de la FES-Iztacala coccidiasis y traumatismos, entre otros, por Vargas (2001) y Galindo *et al.* (2005); y para el género *Rhinoclemmys* se tenían antecedentes de otras enfermedades en cautiverio como ácaros (Ernst *et al.*, 1977), nemátodos (Mendoza *et al.*, 2005) y sanguijuelas (Merchán, 2002) que no se presentaron en nuestro estudio.

El hecho de que se hayan presentado pocas enfermedades en baja incidencia nos permite decir que las condiciones de cautiverio en las que se encuentran los organismos son adecuadas, sin embargo la presencia de coccidiasis en estudios previos del Laboratorio y en el actual estudio nos puede indicar que la limpieza no es tan frecuente, o bien, existe una alta densidad poblacional en un área muy pequeña, ya que las coccidias que se han estudiado en reptiles son ingeridas en su forma de ooquiste esporulado, teniendo un ciclo de vida directo por medio de las heces (Jacobson, 2007) y generalmente llegan a ocurrir en el intestino en la vesícula biliar (Murphy *et al.*, 1980). Sin embargo es importante mencionar que la incidencia de esta enfermedad dentro del Laboratorio se vio disminuida de manera importante en los últimos 7 años, ya que se presentó sólo en poco más del 2% de la población, cuando Vargas, M.K.L. en el 2001 reportaba una incidencia del 87% en crías y 15% en adultos y juveniles, de cualquier manera se han dado a conocer dosis de medicamentos contra esta enfermedad a medida de prevención, tal es el caso del Nitrofuril, el cual, Barragán (2002) recomienda aplicar 1 vez al año en dosis de 25 mg/Kg. La coccidiasis puede ser asintomática y generalmente se les hace eutanasia a las tortugas afectadas, se puede tratar con toltrazuril, aunque el tratamiento recomendado y utilizado dentro del Laboratorio, es a base de sulfas y/o trimetoprima. Las sulfas se aplican en dosis de 50mg/kg cada 24 horas durante 5-7 días. Se debe tener cuidado si aunado a las coccidias se tienen problemas renales o hepáticos, la trimetoprima es con dosis de 30mg/kg, después de 15 mg/kg cada 24 horas por dos días y luego cada 48 horas por 5 días vía intramuscular, debido a esto consideramos que el tratamiento

aplicado es adecuado, ya que se llegó a dar de alta a los organismos (Mc Arthur *et al.*, 2004).

Como ya se mencionó, los traumatismos son lesiones comunes en tortugas en cautiverio (Gianeselli *et al.*, 2005), para esto, Frye *et al.* (1991) recomienda utilizar antibiótico, tratamiento que concuerda en parte con el aplicado, sumado a un cicatrizante para acelerar el proceso de recuperación, lo cual es apropiado.

La insuficiencia renal es una patología a la que son propensas las tortugas, al igual que todos los vertebrados mayores (Frye *et al.*, 1991), en el caso de la cría que la padeció, únicamente se le ofreció un tipo de alimento cuya fórmula era excesivamente proteica, y ésto puede causar problemas renales (Mc Arthur *et al.*, 2004); posteriormente tuvo retención de líquidos y aunque se envió a cuarentena murió, lo cual es el final de cualquier tortuga con este padecimiento, ya que no existe tratamiento y es difícil realizar el cambio de dieta antes de que sea demasiado tarde (Avanzi *et al.*, 2004).

En cuanto al caso de lipidosis hepática como ya se mencionó puede ser causado por déficit o exceso de alimento, esta acumulación de lípidos en el hígado es común en muchos reptiles en cautiverio y puede incluso estar asociado a ciertos procesos fisiológicos como la vitelogénesis o a algunas enfermedades crónicas (Girling *et al.*, 2004).

De manera general se puede decir que los animales están bien si tienen salud, longevidad y éxito reproductivo; en cautiverio ésto depende de la calidad de vida y las condiciones y cuidados que se le proporcionen, por lo cual es importante conocer a la especie con la que trabajamos (Murphy *et al.*, 1980). En la práctica médica con fauna silvestre cautiva el veterinario se enfrenta todavía a un reto mayor, ya que los animales pueden o no responder de igual manera a tratamientos y manejos que en fauna doméstica o fauna silvestre; el veterinario por lo tanto, tendrá que tomar decisiones apoyado en sus conocimientos fisiológicos, anatómicos y etológicos en cuanto a la especie en cuestión (Méndez, R.J. 2000).

4. *Manual de manejo en cautiverio*

Las poblaciones de testudinos están descendiendo por la sobreexplotación y destrucción de su hábitat, siendo los mas afectados los Testudinos, Emydidos y tortugas marinas (Del Moral *et al.*, 2004); el conocimiento de los patrones reproductivos de reptiles y anfibios es crítico para los esfuerzos de conservar especies. Obviamente, si se salva a los individuos, pero no se reproducen en vida silvestre, la población natural se condena. El desarrollo de planes de manejo para las especies, requiere conocer los patrones reproductivos y la importancia de la secuencia de los eventos reproductivos. La crianza en cautiverio puede ser una fuente de suministro y de los especímenes que algunos ven como una manera de reducir la extracción de animales del medio silvestre para el comercio de mascotas (Gibbons *en* Murphy *et al.*, 1994).

La reproducción en cautiverio, puede disminuir la presión y la extinción de las poblaciones silvestres de estas especies (Frye *et al.*, 1991), para mantener a los organismos en cautiverio se necesita proporcionarles las condiciones que tienen en su ambiente natural (Del Moral *et al.*, 2004) y para hacerlo se necesita conocer las características biológicas de la especie en cuestión. Es por ésto que se realizó este manual de manejo en cautiverio, ya que así podrán darse a conocer aspectos de la biología de esta especie y de esta forma aportar información que pueda servirle a personas dedicadas al cuidado de esta especie, ya sea Unidades de Manejo de Vida Silvestre (UMAS) o particulares que ya la tengan como mascota, de esta manera se mejoran los cuidados y por ende, el organismo vivirá mas tiempo, siendo nuestro objetivo el de que de esta manera se impacten menos las poblaciones silvestres y se les de una mejor calidad de vida a aquellos organismos que ya estén dentro del comercio de mascotas.

Obviamente, se pretende también que los conocimientos que se aporten sirvan para que la gente comprenda el peligro que corre esta especie de desaparecer y que al estar dentro de una categoría de riesgo, en este caso, amenazada por la CONABIO y la NOM-059-ECOL-SEMARNAT-2001, se

apoye para lograr su conservación y a que se disminuya su extracción del medio silvestre.

Se sabe que no es factible criar a cualquier especie en cautividad indefinidamente sin disminuir seriamente su viabilidad en condiciones de selección natural, por lo que dichas crías tendrán poco valor para programas de repoblación. El primer objetivo de un programa de conservación para una especie, por lo tanto, debe ser el de preservar los hábitats naturales de un tamaño suficiente para proteger a las especies en él. Criar reptiles en cautiverio puede proveernos de datos muy importantes y necesarios para el mejor entendimiento de éstos en vida salvaje, aunque es evidente que en poblaciones naturales tendrán una mayor diversidad genética.

La llegada del hombre o de mamíferos ferales aceleran la reducción o extinción local en casi todos los casos de especies amenazadas (Murphy *et al.*, 1980). El cautiverio no es recomendable como única opción para la conservación de las especies, ya que en esas condiciones se pueden trastornar los ritmos fisiológicos que sirven de base a actividades tales como el apareamiento, muda e hibernación (Del Moral *et al.*, 2004), asimismo el tiempo generacional puede acortarse de 2 a 1 año o de 3 ó 4 a 2 años, los animales cautivos pueden ser menos exactos en sus requerimientos para aparearse, la fertilidad puede incrementarse, con más huevos por puesta y el intervalo entre puestas puede acortarse. Estas son tendencias bien conocidas en la mayoría de los animales domésticos. Así el cautiverio resultará en una selección intensiva, moldeando al animal de una manera un poco diferente que en su ambiente natural. El producto final puede ser un animal mejor adaptado a vivir en relación cercana con humanos, en casas o laboratorios, pero menos adaptable a vivir bajo condiciones naturales (Murphy *et al.*, 1980), por lo que podría decirse que las poblaciones se extinguirían tal cual son en su medio natural.

Lo anterior lleva a que hayan muchos prejuicios acerca de la cría en cautiverio y la reintroducción de especies en el medio silvestre, no obstante, deben de resolverse al mismo tiempo los problemas ambientales que se

tradujeron en la necesidad de crear éstos programas (Gibbons *en* Murphy *et al.*,1994).

En nuestro manual presentamos características del medio, alimentación, reproducción y enfermedades que puede presentar *R. areolata* en cautiverio. Se trató de hacer de una manera que fuera fácil de entender para todo el público y con la finalidad de preservar la especie. Se puede asumir que este manual es bastante específico, ya que si bien tomamos alguna información de tortugas tropicales en general, se combinó con la información del Laboratorio que se tenía con anterioridad y con la información obtenida durante el año que duró nuestro estudio obteniendo como resultado un documento accesible, entendible, llamativo y claro acerca de los requerimientos de esta especie. Ésto es importante debido a que cada especie tiene distintas necesidades y por lo tanto si se pretende mantener en cautiverio, se deben considerar las más adecuadas para la salud e incluso reproducción de la especie como tal, siendo que no hay antecedentes de un manual para *R. areolata*.

Existen ciertos factores que pueden no ser estrictamente necesarios en el sentido que se manejan, es decir, el uso de calefactores regulables por citar algún ejemplo pueden ser reemplazados por calentadores que aunque no sean automáticos, los puede controlar la persona responsable sin olvidar darle la temperatura adecuada y teniendo siempre en mente que lo más importante es el bienestar del animal y que como tal hay que estar pendiente de este y otros detalles.

En el caso de la alimentación se mencionó todo el espectro alimenticio que puede consumir esta especie, aunque si no se le pudiera proporcionar todo lo mencionado en dicho manual basta con que se le de una dieta completa y balanceada para evitar enfermedades. Si se llegase a presentar alguna signología o enfermedad en las tortugas es necesario que se acuda a un MVZ especialista en herpetofauna para tratarlo, ya que muchos signos pueden ser comunes para diversas enfermedades.

CONCLUSIONES

Las condiciones que proporciona el Laboratorio de Herpetología de la FES-Iztacala, son aptas para el mantenimiento y reproducción de *R. areolata*, ya que pueden hacerlo incluso durante todo el año, siendo mayor en primavera y verano. Los machos que no viven con hembras o viven completamente separados de otras tortugas tienen mejor respuesta reproductiva que los que viven en colonias. El patrón de cortejo es elaborado debido a que los machos tienen un menor tamaño que las hembras y tienen mayor movilidad, aunque no varió demasiado respecto a otros estudios, y se realizó tanto fuera como dentro del agua, siendo mayormente terrestre. El cortejo duró de 6.53 a 26.48 min, aunque en cautiverio puede prolongarse, al igual que puede haber madurez precoz e incluso conductas anómalas como homosexualidad y bisexualidad. Nuestros resultados son muy parecidos a otros estudios y esto se debe a que las condiciones son semejantes a las de vida silvestre, sin embargo existen algunas pequeñas diferencias, que pueden justificarse por el hecho de que el estudio es en cautiverio.

Pueden existir puestas durante todo el año, siendo más frecuentes en otoño. La temperatura y humedad relativa que prefieren las hembras para oviponer es de $26.8 \pm 8.31^{\circ}\text{C}$ y $83.2 \pm 17.4\%$ respectivamente; la temperatura, humedad y el medio de incubación utilizado (agrolita) es adecuado para la incubación artificial, aunque también funciona la arena. La sobrevivencia de los huevos en el Laboratorio fue de 46.03%, el tiempo de incubación hasta la eclosión fue de 71.2 ± 2.04 días, el tamaño de la puesta fue de 1.4795 ± 0.8012 huevos, el volumen del huevo promedio fue de $13.07 \pm 3.60 \text{ cm}^3$. La tasa bruta de natalidad fue de 2.63 nacimientos por cada 10 organismos y la tasa de fertilidad fue de 7.14 nacimientos por cada 10 hembras. La masa relativa de la puesta fue de $28.4629 \pm 2.37 \text{ g.}$, el peso de las crías fue de $22.231 \pm 4.80 \text{ g}$ y midieron $4.96 \pm 0.47 \text{ cm}$ de largo y $4.036 \pm 0.89 \text{ cm}$ de ancho de caparazón.

En cautiverio, se puede lograr la madurez sexual a menor edad con un ambiente estimulante y régimen alimenticio adecuado. Las crías de *R. areolata* a los 155 mm de longitud ya alcanzan su madurez sexual, esto

traducido a años equivale a 4 años 9 meses aproximadamente. La hembra de *R. areolata* en cautiverio alcanza a medir 26 cm de longitud y el macho 23.2 cm de longitud, por lo que la tasa de crecimiento de los machos es menor que la de las hembras, debido quizá a que ellos disponen de esa energía para la locomoción y búsqueda de hembras, siendo las condiciones del Laboratorio adecuadas ya que aumentaron la Tc de vida silvestre y alcanzaron una talla mayor al tener disposición constante de alimento.

La dieta que se le da a *R. areolata* en la FES-I es adecuada ya que las tortugas tienen buena salud y tasas de crecimiento apropiadas a su edad y al compararlas con la dieta proporcionada por el Acuario de Veracruz, son muy semejantes en el sentido de que al mismo tiempo que se les ofrece una dieta vegetariana, pero en mi caso también se les ofrece alimento pelletizado comercial.

Esta especie dentro del Laboratorio, presenta pocas enfermedades, entre estas, coccidiasis, lipidosis hepática, insuficiencia renal y traumatismos y en baja incidencia, por lo que se considera que las condiciones a las que se someten son adecuadas, ya que la tasa de mortalidad es baja. Los tratamientos utilizados son adecuados y aunque la presencia de coccidiasis nos indica que no se tiene suficiente limpieza en los encierros, esta ha disminuido del 87 al 15% en los últimos 7 años. Para evitar que se presenten nuevos casos de insuficiencia renal y lipidosis hepática es conveniente variar la dieta de esta especie y vigilar que sea adecuada en cautiverio.

El manual de manejo en cautiverio y la tesis permiten dar a conocer los cuidados necesarios para esta especie, ya sea para otras UMA's o para particulares que ya la tienen como mascota, ya que esta amenazada y debe evitarse tomar organismos de vida silvestre. La cría en cautiverio puede funcionar como suministro de especímenes para los diversos fines que se utilizan en el medio natural, sin necesidad de explotarla en medio silvestre, por lo que se debe de apoyar y promover la conservación de esta especie.

BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, G.; Adest, G.; Morafka, D; González, R. 1987. Características reproductivas de la tortuga de Mapimí. Comité Herpetológico Nacional. 1987. Joint Annual Meeting. Programas y resúmenes. Instituto de Biología. U.N.A.M. México.
- Alderton, D. 1988. Tortugas terrestres y acuáticas del mundo. Ed. Omega. Barcelona. Pp. 133,135.
- Auffenberg, W. 1978. Courtship and breeding behavior in *Geochelone radiata* (Testudines: Testudinidae). *Herpetologica*. 34(3): 277-287.
- Avanzi, A.; Millefanti, M. 2004. El gran libro de las Tortugas. Ed. De Vecchi. 221 pp.
- Avery, R.A. 1994. The effects of temperature on captive amphibians and reptiles. P. 47-50. *En* J. B. Murphy; K. Adler, and J.T. Collins (eds). *Captive Management and conservation of amphibians and reptiles*. Society of the Study of Amphibians and Reptiles, Ithaca (New York). *Contributions to Herpetology*, vol.11.
- Baker, R. E.; Gillingham, J. C. 1983. An analysis of courtship behavior in Blanding's turtle, *Emydoidea blandingi*. *Herpetologica* 39(2), 166-173.
- Barragán F. K. B. 2002. Enfermedades de reptiles y anfibios. *Boletín del Grupo de Estudio de Animales Silvestres*. 3(2).
- Berry, J.F.; Shine R. 1980. Sexual size dimorphism and sexual selection in Turtles (Order Testudines). *Oecologia*. (44):185-191.
- Birchard, G.F. 2004. Effects of incubation temperature. Pp.103-123. *En* Deeming, D.C.(ed.) *Reptilian incubation. Environment, evolution and behavior*. Nottingham University Press.
- Brown, T.K.; Nagy, K.A.; Morafka, D.J. 2005. Costs of growth in tortoises. *Journal of Herpetology*. 39(1):19-23.
- Carl, H. E. and R. W. Barbour. 1989. *Turtles of the World*. Smithsonian Institution Press. U. S. A. 313 pp.
- Cobb, Jo. 1994. Las Tortugas. Especies acuáticas, terrestres y marinas. Alojamiento, alimentación, cuidados, higiene, reproducción. Hispano Europea, S.A. Barcelona, España. pp. 28-30,99-104, 106,107, 111-125.

- Coborn, J. 1994. Guía completa de los reptiles. Hispano Europea, S.A.Barcelona, España. pp. 18-26, 40-120.
- Congdon, J. D. 1987. Inversión paternal en reptiles: un componente importante en la reproducción. Comité Herpetológico Nacional. 1987. Joint Annual Meeting. Programas y resúmenes. Instituto de Biología. U.N.A.M. México.
- Congdon, J. D.; Tinkle, D. W.; Breitenbach, G. L.; Van Loben Sels, R. C. 1983. Nesting ecology and hatching success in the turtle *Emydoidea blandingi*. Herpetologica. 39(4): 417-429.
- Conway, K.M. 2004. Human use of two species of river turtles (*Podocnemis spp.*) in lowlands eastern Bolivia. Memoria para obtener el grado de Doctor en Filosofía. Universidad de Florida. Págs. 176.
- Correa S.F. 2004. Estudio comparativo de la ecología reproductiva de *Sceloporus gadoviae* (PHRYNOSOMATIDAE) en Zapotitlán de las Salinas, Puebla y el Cañón del Zopilote Guerrero, México. Tesis de Maestría de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, U.N.A.M.
- Coto R. A. 1987. Acercamiento etológico en la reproducción de la tortuga negra de río. Comité Herpetológico Nacional. 1987. Joint Annual Meeting. Programas y resúmenes. Instituto de Biología. U.N.A.M. México.
- Crews, D.; Tousignant, A.; Wibbels, T. 1994. Considerations for inducing reproduction in captive reptiles. P. 133-143. En J.B.Murphy; K. Adler, and J.T. Collins (eds). Captive Management and conservation of amphibians and reptiles. Society of the Study of Amphibians and Reptiles, Ithaca (New York).Contributions to Herpetology, vol.11.
- Daniel, W. W. 2002. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4º ed. Limusa. México. Pp.738-755
- Davis, J. D.; Jackson, C.G. 1973. Notes on the courtship of a captive male *Chrysemys scripta taylori*. Herpetologica. 29:62-64.
- Del Moral F. L.F.; Escudero V.G., Rubio M. B.; Cisneros C. A. 2004. Contribución al Estudio de la Biología Reproductiva de algunas Tortugas del Laboratorio de Herpetología de la FES- Iztacala. VIII Reunión Nacional de Herpetología. Villahermosa, Tabasco. Nov 8-11/2004. Libro de Resúmenes. División Académica de Ciencias

Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Sociedad Herpetológica Mexicana A.C.

- Ernst, C. H. 1978. A revision of the Neotropical turtle genus *Callopsis* (Testudines: Emydidae: Batagurinae). *Herpetologica*. 34(2): 113-134.
- Ernst, C. H.; Barbour, R. W.; Ernst, E. M.; Butler, J. R. 1973. Growth of the mud turtle, *Kinosternon subrubrum* in Florida. *Herpetologica* 29:247-250.
- Ernst, Carl H; Barbour, Roger W. 1989. *Turtles of the World*. Smithsonian Institution Press. U.S.A. pp 179-181
- Feller, I.C.; Sitnik, M. 1996. *Mangrove ecology workshop manual*. Smithsonian Institution. Washington, DC, U.S.A. p.p.16.
- Flemming A. F. 1994. Male and Female reproductive cycles of the viviparous lizard *Mabuya capensis* (Sauria: Scincidae) from Africa. *Journal of Herpetology* 28 (3):334-341
- Ford, N.B.; Seigel, R. A. 1994. Phenotypic plasticity: implications for captive-breeding and conservation programs. P. 175-181. *In* J.B.Murphy; K. Adler, and J.T. Collins (eds). *Captive Management and conservation of amphibians and reptiles*. Society of the Study of Amphibians and Reptiles, Ithaca (New York).Contributions to Herpetology, vol.11.
- Frye, F.L., D.V.M., M.S. 1991. *Reptile care. An atlas of diseases and treatments*. Vol. II. T.F.H. Publications, inc. Neptune City, N.J. pp. 345-348, 360-372, 561-568.
- Galindo, B. M. A.; Grajales T. L. J. 2005. Análisis de las enfermedades más comunes en los reptiles y anfibios del Laboratorio de Herpetología de la FES- Iztacala- UNAM durante el 2004. Memoria del VII Congreso Latino Americano de Herpetología. 15-19 Agosto del 2005, Cuernavaca, Morelos, México. Vol. 1. No. 1.
- Gianceselli P. M. R.; Barbona V.; Versellese W.; Araki N.B. 2005. Actualización bibliográfica de tratamientos en tortugas. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones científicas y tecnológicas 2005. Resumen V-028. Pág. 3.
- Gibbons, J.W. 1994. *Reproductive patterns of reptiles and amphibians: considerations for captive breeding and conservation*. P.

- 119-122. *En* J.B. Murphy; K. Adler, and J.T. Collins (eds). *Captive Management and conservation of amphibians and reptiles*. Society of the Study of Amphibians and Reptiles, Ithaca (New York). *Contributions to Herpetology*, vol.11.
- Girling, S.J.; Raiti, P. 2004. *Manual of reptiles*. Ed. BSAVA. 2^o ed. England. pp. 219-221, 321, 322.
 - Girondot, M.; Fouille, H.; Pieauthinsp, C. 1998. *Feminizing Turtle Embryos as a Conservation Tool*. *Conservation Biology*. Vol. 12 (2):353.
 - González R.A.; Godínez C.E. 2007 (oct). *Hablando de Reptiles y Anfibios*. *Incubación de huevos de reptiles*. *Todo Bichos*. No.18. *Boletín Informativo*. pp.5-9.
 - Goode, J.; Russell, J. 1968. *Incubation of eggs of three species of Chelid tortoises, and notes on their embryological development*. *Australian Journal of Zoology* 16(5):749-761.
 - Goyenechea M.G.I. 2006. *Bichos y sabandijas*. *Notas acerca de los anfibios y reptiles*. *Kids for nature*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
 - Guzmán, J. E. 2004. *Características de tres hábitats utilizados por las Tortugas dulceacuícolas en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco*. VIII Reunión Nacional de Herpetología. Villahermosa, Tabasco. Nov 8-11/2004. *Resúmenes*. División Académica de Ciencias biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Sociedad Herpetológica Mexicana, A.C.
 - Harfush, M.; Bushkirk, J. R.; López R.E.M. 2004. *Manejo en cautiverio*. *Especies de tortugas dulceacuícolas y terrestres con estatus de endémicas, raras y sujetas a protección especial en el Centro Mexicano de la Tortuga, con énfasis en su reproducción*. VIII Reunión Nacional de Herpetología. Villahermosa, Tabasco. Nov 8-11/2004. *Resúmenes*. División Académica de Ciencias biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Sociedad Herpetológica Mexicana, A.C.
 - Harless, M.; Morlock, H. 1979. *Turtles. Perspectives and Research*. John Wiley & Sons. U.S.A. pp.17.

- Hernández-Divers, S.J. 2005. Enfermedades no infecciosas de reptiles. Asociación mexicana de médicos veterinarios especialistas en pequeñas especies. (en línea: <http://www.ammvepe.com/articulos/reptiles.html>) (21/feb/2008)
- Hewavisenthi, S.; Parmenter, C.J. 2001. Influence of incubation environment on the development of the Flatback turtle (*Natator depressus*). *Copeia*. Vol. 2001(3):668-682.
- Ippi,S.;Flores,V. 2001. Las tortugas neotropicales y sus áreas de endemismo. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.)84:49-63. (en línea: www.ecologia.edu.mx/azm/documentos/84/84-d.pdf) (21/feb/08)
- Jackson, C. G.; Trotter, T. H.; Trotter, J. A.; Trotter, M.W. 1978. Further observations of growth and sexual maturity in captive desert tortoises (Reptilia : Testudines). *Herpetologica*. 34(2): 225-227
- Jacobson,E.R. 2007.Infections diseases and pathology of reptiles. CRC Press.U.S.A. pp. 575-576.
- Landers, J. L.; Garner, J. A.; McRae, W. A. 1980. Reproduction of gopher tortoises (*Gopherus polyphemus*) in southwestern Georgia. *Herpetologica*. 36(4):353-361.
- Lemos, E.J.A.; Rojas, G.R.I.; Zúñiga, V.J.J. 2005. Técnicas para el Estudio de Poblaciones de Fauna Silvestre. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. págs. 87-94.
- Lemos-Espinal, J.A.; Smith, G.R.; Ballinger, R.E. 1996. Covariation of egg size, clutch size, and offspring survivorship in the genus *Sceloporus*. *Bulletin of the Maryland Herpetological Society*. 32(2):58-66.
- Lindeman, P.V. 1999. Growth curves for *Graptemys*, with a comparison to other emydid turtles. *American Midland Naturalist*. 142(1):141-151.
- Mc Arthur, S.; Wilkinson, R.; Meyer, J. 2004. Medicine and surgery of tortoises and turtles. Blackwell publishing. 560 págs.
- Méndez R. J. 2000. Practica de la medicina veterinaria en Fauna Silvestre cautiva. Memoria de desempeño profesional para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. UNAM. FES-Cuautitlán.

- Mendoza, M. A. P.; Grajales Tam, L. J. 2005. Identificación de nemátodos en tortugas del género *Rhinoclemmys* del Laboratorio de Herpetología-Vivario. UNAM Campus Iztacala. Memoria del VII Congreso Latino Americano de Herpetología. 15-19 Agosto del 2005, Cuernavaca, Morelos, México. Vol. 1. No. 1.
- Merchán, F. M. 2002. Contribución al conocimiento de la biología de la tortuga negra (*Rhinoclemmys funerea*) y la tortuga roja (*R. pulcherrima manni*) en Costa Rica. Memoria para optar al grado de Doctor. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Biológicas. Madrid. p.p. 28, 30-31.
- Mittermeier, R. A. 1971. Notes on the behavior and ecology of *Rhinoclemmys annulata* Gray. *Herpetologica* 27 (4):485-488.
- Morris, P. 2003. Cuidado básico de Galápagos. World Chelonian Trust (en línea: www.chelonia.org) (26/mayo/2008)
- Murillo, G. I. 1996. Manejo en cautiverio de algunas especies de tortugas de la Familia Emydidae y Bataguridae (Reptilia: Chelonia: Cryptodira). Tesis para obtener el título de licenciado en Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala.
- Murphy, J.B.; Collins, J.T. (eds). 1980. Reproductive biology and diseases of captive reptiles. Soc. Study Amphib. Reptiles, Oxford, Ohio. Contrib. Herpetol.1
- Nelson, N. J.; Keall, S.N.; Brown, D.; Daugherty, C.H. 2002. Establishing a New Wild Population of Tuatara (*Sphenodon guntheri*). *Conservation Biology*. Vol. 16 (4): 887.
- Packard, M.J.; Packard, G.C.; Boardman, T.J. 1982. Structure of eggshells and water relations of reptilian eggs. *Herpetologica* 38(1): 136-155.
- Pallisé, E.P. 2005 (en línea: www.infotortuga.com) (21/feb/08)
- Patiño O. M. P. 2001. Aspectos relacionados al mantenimiento y reproducción en cautiverio de *Rhinoclemmys pulcherrima pulcherrima* Gray, 1855, *R. pulcherrima incisa* Bocourt, 1868 y *R. areolata* Duméril y Bibron, 1851 (Reptilia: Testudines: Cryptodira: Bataguridae) en el Laboratorio de Herpetología de la UNAM Campus Iztacala. Tesis para obtener el título de Licenciado en Biología.

Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

- Pérez-Higareda, G.; Smith, H.M. 1988. Courtship behavior in *Rhinoclemmys areolata* from western Tabasco, México (Testudines: Emydidae). *Great Basin Naturalist*. Vol. 48. No. 2, pp. 263-266.
- Platt, S.G. 1993. *Rhinoclemmys areolata*. En Hansen, R.W. (ed). 1993. Herpetological review. Published by Society for the Study of Amphibians and Reptiles. 24(1):32
- Platt, S.G.; Meerman, J.C.; Rainwater, T.R. 1999. Diversity, Observations and Conservations of the Herpetofuana of Turneffe, Lighthouse, and Glovers Atolls, Belize. *British Herpetological Society Bulletin*. No. 66.
- Platt, T.R. 2000. *Neopolystoma fentoni* n.sp. (Monogenea: Polystomatidae) a Parasite of the Conjunctival Sac of Freshwater Turtles in Costa Rica. *Mem Inst Oswaldo Cruz, Río de Janeiro*. Vol. 95(6):833-837.
- Plummer, M. V. 1976. Some aspects of nesting success in the turtle *Trionyx muticus*. *Herpetologica*. 32(4): 353-359.
- Prezas, H.B.; Herrera, R.; Zurita, J.C. 1998. X'cacel: proposal for the establishment and management of a protected area. 18th International Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. Mazatlán, Mexico, 3 - 7 March, 1998.
- Radachowsky, J. 2002. Endemism in the Maya Forest. *Wildlife Conservation Society*. March. Pág. 19.
- Ramírez-Perilla, J. 2005. Ciclos de postura anual *ex situ* de *Rhinoclemmys melanosterna*, *R. diademata* y de sus híbridos (Reptilia: Testudines: Emydidae: Batagurinae). *Acta Biológica Colombiana*. Vol. 10 (2):113-121.
- Ramírez-Perilla, J. 2005. Ciclo de postura *ex situ* de *Trachemys scripta ornata* (Reptilia: Testudines: Emydidae) en relación con régimen climático anual. *Acta Biológica Colombiana*. Vol. 10 (2):105-111.
- Rangel- Mendoza, J.; Ramírez- Perilla, J.; López- Luna, M. A. 2004. Consumo y crecimiento en juveniles de la tortuga palmera (*Rhinoclemmys melanosterna*) mantenidos en cautiverio bajo

- diferentes dietas y frecuencias de alimentación. Tabasco. VIII Reunión Nacional de Herpetología. Villahermosa, Tabasco. Nov 8-11/2004. Resúmenes. División Académica de Ciencias biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Sociedad Herpetológica Mexicana, A.C.
- Robbins, R.G.; Platt, S.G.; Rainwater, T.R.; Weisman, W. 2001. Statistical measures of association between *Amblyomma sabanerae* Stoll (Acari: Ixodida: Ixodidae) and the furrowed wood turtle, *Rhinoclemmys areolata* (Duméril and Bibron) (Testudines: Emydidae), in Northern Belize. Proceedings of the entomological of Washington. Vol. 103. No. pp 54-59.
 - Rodríguez- Rico, J. A.; Rubio- Morales, B.; Woolrich-Piña, G. A. 2005. Contribución a la Biología reproductiva de algunas especies de tortugas mantenidas en cautiverio en el Laboratorio de Herpetología de la FES- Iztacala. Memoria del VII Congreso Latino Americano de Herpetología. 15-19 Agosto del 2005, Cuernavaca, Morelos, México. Vol. 1. No. 1.
 - Rubio M. B. 1998. Manejo en cautiverio de anfibios y reptiles. Guía para el voluntariado. Laboratorio de Herpetología. UNAM Campus Iztacala. México. p.p.8-9.
 - Salízar, P.; Sánchez, L. 2004. Primer registro para el Perú de *Nematophila grandis* (Diesing, 1839) Travassos, 1934 (Trematoda, Diplostiscidae) en *Podocnemis unifilis* (Troschel, 1848) (Testudines, Pelomedusidae). Rev. Perú biol. Vol. 11(1):37-40.
 - SEMARNAT; Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2005. Parque Nacional de Manglares de Nichupte, Quintana Roo (www.semarnat.gob.mx).
 - Slavens, F.; Slavens, K. 2003. Reptiles and Amphibians in captivity-Breeding-Longevity.(en línea: www.pondturtle.com) (26/mayo/2008)
 - Stamps, J.A.1995. Using growth-based models to study behavioral factors affecting sexual size dimorphism. Herpetological Monograph.Vol.9: 75-87.
 - Thornill, G. M. 1982. Comparative Reproduction of the Turtle, *Chrysemys scripta elegans*, in Heated and Natural Lakes. Journal of Herpetology. Vol 16. No. 4. pp 347-358.

- Trutnau, L. 1997. El terrario. Omega. España. Págs 32-39, 53, 61 63-67, 69-74, 89, 93-102, 110-115, 117-119, 121, 123, 124, 127, 129-148.
- Vargas M. K. L. 2001. Coccidiosis en tortugas del género *Rhinoclemmys* en el Laboratorio de Herpetología de la UNAM Campus Iztacala. Tesis para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. UNAM. FES-Cuautitlán.
- Villalobos, H. J. C. 2005. Mantenimiento de tortugas de agua dulce en el Acuario de Veracruz A. C. Memoria del VII Congreso Latino Americano de Herpetología. 15-19 Agosto del 2005, Cuernavaca, Morelos, México. Vol. 1. No. 1.
- Vogt, R. C.; Bull, J. J. 1982. Temperature controlled sex-determinations in turtles: Ecological and behavioral aspects. *Herpetologica*. 38(1):156-164.
- Weldon, P.J.; Demeter, B.J.; Walsh, T.; Kleiser, J.S.E. 1994. Chemoreception in the feeding behavior of reptiles. P. 63-64. *En* J.B.Murphy; K. Adler, and J.T. Collins (eds). Captive Management and conservation of amphibians and reptiles. Society of the Study of Amphibians and Reptiles, Ithaca (New York).Contributions to Herpetology, vol.11.
- White, J. B.; Murphy, G. G. 1973. The reproductive cycle and sexual dimorphism of the common snapping turtle, *Chelydra serpentina serpentina*. *Herpetologica*. 29:240-246.
- Whitmore, C.P.; Dutton, P.H. 1985. Infertility, embryonic mortality and nest-site selection in leatherback and green sea turtles in Suriname. *Biological Conservation*. Vol. 34(3):251-272.
- Yntema, C. L. 1978. Incubation times for eggs of the turtle *Chelydra serpentina* (Testudines: Chelydridae) at various temperatures. *Herpetologica*. 34(3): 274-277.
- Yntema, C. L.; Mrosovsky, N. 1980. Sexual differentiation in hatchling loggerheads (*Caretta caretta*) incubated at different controlled temperatures. *Herpetologica*. 36(1):33-36.
- (en línea: <http://ine.gob.mx/ueajei/norma59.html>) (21/feb/08)
- (en línea: <http://conabio.gob.mx>) (21/feb/08)

- (en línea:
<http://www.quiminet.com.mx/pr0/Aislamientos%2Br%EDgidos.htm>)
(21/feb/2008)
- (en línea: <http://www.iqb.es/diccio/n/ni.htm>) (21/feb/2008)
- (en línea:
http://pt.wikipedia.org/wiki/Anexo:Lista_de_f%C3%A1rmacos)
(21/feb/2008)

Apéndices

A) Signología completa de las enfermedades presentadas.

Traumatismo: Acción violenta del exterior que produce una lesión local o general y que puede causar hasta la muerte (Frye *et al.*, 1991; Hernández-Divers, 2001).

Insuficiencia renal: Muy frecuente en iguanas y tortugas y raro en serpientes. Puede ser causada por infecciones en los riñones, por deshidratación, dietas excesivamente proteicas y de fósforo, por nefrotóxicos, hexamitas, hipovitaminosis A y puede presentarse con anorexia, pérdida de peso, deshidratación, abdomen péndulo, dolor, retención de heces y orina, cambios en el color de la piel, edemas subcutáneos (distinto a la OM o a causa cardiaca o lipidosis), pérdida del tono muscular, nefromegalia, depósitos de ácido úrico que sólo se suelen acumular en el riñón (degeneración de glomérulo con depósito de ácido úrico renal, diferente a la gota, calcificaciones ectópicas frecuentes en costillas) y muchas veces puede ser asintomático y provocar muerte repentina. En caso de insuficiencia renal los riñones no pueden funcionar correctamente y el organismo retiene los líquidos adoptando un aspecto hinchado. Por otra parte el líquido puede filtrarse por las placas córneas, que se desprenden. Otras alteraciones metabólicas relacionadas con esta enfermedad causan reabsorción del calcio del caparazón que adquiere una consistencia blanda. Esta situación no tiene tratamiento y una vez diagnosticada es preferible efectuar la eutanasia (Mc Arthur *et al.*, 2004; Avanzi *et al.*, 2004; Frye *et al.*, 1991; Hernández-Divers, 2001).

Lipidosis hepática: Deposición de cantidades importantes de lípidos en el hígado, es común en muchas especies de reptiles en cautiverio. En muchos reptiles una lipidosis hepática moderada parece estar relacionada con la aparición de fenómenos como la hibernación o para facilitar la vitelogénesis. Sin embargo, la creciente evidencia sugiere un grado extremo de la lipidosis hepática puede ocurrir cuando por problemas nutricionales se alteran los mecanismos homeostáticos que administran las reservas de grasa. Los

factores de predisposición a la lipidosis hepática son: el hambre, las dietas inadecuadas (alto consumo de grasa y deficiencias en aminoácidos como la carnitina, la colina y metionina); mal manejo de hibernación; hiperparatiroidismo; hiperoestrogenismo; hipotiroidismo; toxinas, y factores genéticos. Su signología no esta relativamente específica y es común a otras enfermedades; apetito, actividad, fecundidad y fertilidad reducida; ictericia en casos avanzados: el peso puede aumentar, disminuir o ser normal de acuerdo a la especie y sexo. La pérdida de peso es una característica de que la enfermedad se esta volviendo crónica; características y color fecal alterado. El tratamiento puede ser mediante apoyo nutricional, tratar los padecimientos primarios, u hormonales. En necropsias el tejido hepático se ve pálido y de color luminoso, puede dar la impresión de que esta inflado o lleno de grasa (Mc Arthur *et al.*, 2004; Frye *et al.*, 1991; Hernández-Divers, 2001)

Coccidiasís: Se sabe que son parásitos del ciclo de vida directo que afectan a animales en cautiverio en condiciones inadecuadas, es decir, con mala higiene, en grupos numerosos, y que además están sometidos a un manejo inadecuado (temperatura, humedad y alimentación). El reptil puede ser infectado por la ingestión de oocistos que son liberados en las heces, los cuales encuentran en el suelo las condiciones de temperatura, humedad y oxígeno ideales para su sobrevivencia, incrementando de esta manera las posibilidades de contaminación. Éstos oocistos se establecen en el intestino y los esporozoitos invaden el epitelio de la mucosa intestinal. Esta enfermedad generalmente se presenta por contaminación fecal del alimento y agua, así como de su hábitat, lo cual se ve favorecido en cautividad. Esta enfermedad afecta principalmente en las primeras semanas de vida en un rango de 4 a 8 semanas de edad (Vargas, 2001; Mc Arthur *et al.*, 2004).