



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

INFORME FINAL DEL TRABAJO DE TESIS

EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN ACUÍCOLA

RESPUESTA PRODUCTIVA Y MORFOMÉTRICA
EN TORTUGAS OREJAS ROJAS (*Trachemys
scripta elegans*) AL MODIFICAR LA CALIDAD
DE LA PROTEÍNA EN LA DIETA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

VIRGINIA REYES PEÑA

ASESORES: MVZ MPA JESÚS MANUEL CORTÉZ SÁNCHEZ

MVZ. ANGEL GARCÍA HERNÁNDEZ



MÉXICO, D. F.

MAYO, 2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*Defender la alegría como una trinchera
defenderla del caos y de las pesadillas
de la ajada miseria y de los miserables
de las ausencias breves y las definitivas.*

*Defender la alegría como un atributo
defenderla del pasmo y de las anestésias
de los pocos neutrales y los muchos neutrones
de los graves diagnósticos y de las escopetas.*

*Defender la alegría como un estandarte
defenderla del rayo y la melancolía
de los males endémicos y de los académicos...
y de estar absurdamente alegres....*

Mario Benedetti

DEDICATORIA

A mi mamá la mujer que más he admirado y que ha sido mi inspiración, estoy profundamente agradecida por todo el amor y apoyo incondicional que siempre me has brindado, mami eres mi orgullo amiga de fortaleza excepcional. A mi papá no pasa un día en que no te recuerde, te quiero algún día te volveré a ver y abrazar a los dos los quiero con toda el alma.

Lucio, quiero agradecerte todo el apoyo en todo momento juntos por la vida en las alegrías, tristezas hasta enojos pero siempre encuentro de ti la palabra exacta para centrarme y reflexionar tú y yo sabemos que esta es una de las metas que compartiremos, te quiero.

Alan, hermano nunca es tarde para empezar todo se puede te diré algo muy trillado pero verdadero “solo la muerte te detiene mientras tanto la vida te presenta las oportunidades tómalas”.

Axel, recuerda tenemos un pacto, síguelo, algún día tendré la oportunidad de decirte en lo mucho que me has ayudado, te quiero.

A mi prima Inés fiestas, resacas and rock and roll, al Sr. Pablo Beristaín, a mi abue la matriarca de los Peña, te extraño.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

A las tortugas sobre todo a las *Trachemys scripta elegans* (mis comensales con quienes conviví por muchos días).

A todo el personal académico del departamento de producción Animal: Abejas Conejos y Organismos Acuáticos (ACyOA), a la Dra. Laurita Espinosa que siendo una profesional ocupadísima me dio tiempo de su tiempo gracias, a la Dra. Angélica G. Valle por su ayuda, a la Dra. Adriana Correa Jefa del Departamento que me oriento con sus consejos muchas gracias.

A la MVZ. Luz Chavacán (dispuesta en todo momento) muchas gracias por toda la ayuda ayer, hoy y siempre. Al MVZ. Luis Andrés Castro por ayudarme a reflexionar sobre mi trabajo.

A la MVZ. Alma Naranjo y MVZ Tatiana Lugo, a la MVZ Concepción G. Moreno (la Conchis), a Eber por su ayuda con los libros , a Dianita por echarme porras cuando me doblaba, a la Sra. Mary, a mi amigo Jorge Jiménez (mi hijito) por las pláticas filosofando de la vida.

A mis asesores: Al MVZ. Angel García Hernández, gracias por todo y te diré siendo honesta, eres mi profesor y amigo el cual no pensé encontrar, no cabe duda que cuando encuentras alguien verdadero te ha premiado DIOS.

A mi asesor MVZ MPA Jesús Manuel Cortéz Sánchez por la ayuda proporcionada en todo momento, por ayudarme a corregir este trabajo de verdad te lo agradeceré amigo por siempre.

CONTENIDO

	Página
Resumen	1
Introducción	2
Historia	4
Clasificación	4
Importancia de las tortugas	6
Tortuga orejas rojas	7
Distribución geográfica	7
Hábitat	8
Generalidades	8
Caparazón	9
Plastrón	9
Aparato digestivo	10
Alimentación	12
Proteína	14
Alimentos para tortugas	15
Parámetros Morfométricos existentes en la literatura	17
Hipótesis	18
Objetivo General	18
Objetivos Específicos	18
material y métodos	19
Análisis Estadístico	22
Análisis de Costos	22
Resultados	23
Parámetros morfométricos	23
Largo de caparazón	23
Ancho de caparazón	24
Plastrón	25
Largo y ancho de plastrón	25
Parámetros productivos: Consumo de alimento	28
Ganancia de peso y Conversión alimenticia	
Consumo de alimento	28
Ganancia de peso	30
Conversión alimenticia	32
Desperdicio	33
Costos	34
Discusión	35
Conclusiones	38
Bibliografía	39

Índice de figuras	Página
Figura 1. Fenotipo del caparazón de tortuga de acuerdo al hábitat	5
Figura 2. Cadena alimenticia	6
Figura 3. Cría de tortuga <i>Trachemys scripta elegans</i>	6
Figura 4. Tortuga orejas rojas	7
Figura 5. Distribución geográfica de la tortuga orejas rojas <i>Trachemys scripta elegans</i>	7
Figura 6. Hábitat de la tortuga orejas rojas_ <i>Trachemys scripta elegans</i>	8
Figura 7. Hábitat de la tortuga orejas rojas_ <i>Trachemys scripta elegans</i>	8
Figura 8. Mancha roja región postorbital	9
Figura 9. Caparazón	10
Figura 10. Plastrón	10
Figura 11. Pico de tortuga orejas rojas	11
Figura 12. Sistema digestivo	12
Figura 13. Sistema digestivo	12
Figura 14. Contenedor tipo riñón	19
Figura 15. Apariencia del plastrón	28

Índice de cuadros	Página
Cuadro 1. Alimento comercial para tortugas	16
Cuadro 2. Contenido nutricional de la dieta testigo y base para la Formulación de las dietas	20
Cuadro 3. Ingredientes fijos en la dieta	21
Cuadro 4. Materia prima utilizada en las dietas ajustadas a la dieta Testigo TORTUGUETAS	21
Cuadro 5. Efecto de la fuente de proteína utilizada sobre el largo el largo de caparazón	24
Cuadro 6. Efecto de la fuente de proteína utilizada sobre el ancho de caparazón	25
Cuadro 7. Efecto de la fuente de proteína sobre el largo de plastrón	26
Cuadro 8. Efecto de la fuente de proteína sobre el ancho de plastrón	27
Cuadro 9. Efecto del tipo de proteína utilizada sobre el consumo en g de alimento (BH) en tortugas orejas rojas <i>Trachemys scripta elegans</i>	30

Cuadro 10. Efecto del tipo de proteína utilizada sobre ganancia de peso en g en tortugas orejas rojas <i>Trachemys scripta elegans</i>	31
Cuadro 11. Conversión alimenticia en cada periodo de tiempo	32
Cuadro 12. Desperdicio	33

Resumen

REYES PEÑA VIRGINIA presenta Respuesta productiva y morfométrica en tortugas orejas rojas (*Trachemys scripta elegans*), al modificar la calidad de proteína en la dieta. (Bajo la supervisión del M en C Jesús Manuel Cortéz Sánchez y del MVZ. Angel García Hernández)

La Tortuga orejas rojas (*Trachemys scripta elegans*), ha cobrado gran interés y relevancia, tanto que, hoy día son más las personas que deciden disfrutar de ella como una mascota; sin embargo, es poco lo que se conoce, sobretodo en su alimentación. Dada la escasa información científica que existe en cuanto a este tema se realizó el presente estudio, a fin de evaluar si la calidad de proteína incide sobre los parámetros productivos (consumo de alimento, conversión alimenticia y ganancia de peso) y en los parámetros morfométricos (largo y ancho de caparazón como de plastrón). Se utilizaron 24 Tortugas orejas rojas de 3 a 4 cm de longitud y aproximadamente 1.5 meses de edad, distribuidas al azar sin considerar sexo. Las dietas a evaluar fueron: T₁ Dieta comercial en forma de pellet, así como las dietas con presentación en forma de gelatina T₂ Harina de pescado, T₃ Pescado fresco y T₄ Mosco de lagos alcalinos. El estudio estadístico utilizado para los parámetros productivos de consumo de alimento y conversión alimenticia así como los parámetros morfométricos fue un análisis de varianza, para la ganancia de peso se utilizó un análisis de covarianza utilizando el peso inicial como covariable, la diferencia entre medias se comparó mediante la prueba de Tukey. El mayor consumo de alimento evaluado fue para T₃ Pescado fresco. La mejor conversión alimenticia se registro para T₁ Dieta comercial testigo. El largo del caparazón resultó ser estadísticamente diferente entre tratamientos ($P > 0.05$), para el ancho de caparazón todas las dietas mostraron mejor respuesta en el crecimiento ancho que en el largo. No se encontró efecto sobre el crecimiento del plastrón. La ganancia de peso benefició a T₂ harina de pescado. El costo de alimentación de T₁ dieta comercial a pesar de que obtuvo la mejor conversión alimenticia fue la más costosa \$4781.19 por kg de peso ($P > 0.01$). Concluyendo que las fuentes de proteína utilizadas en forma de gelatina son una alternativa en la alimentación de tortuga orejas rojas (*Trachemys scripta elegans*).

Palabras clave: *Trachemys scripta elegans*, proteína, dieta

Introducción

Hoy día son más las personas que deciden disfrutar de una mascota no convencional escogiendo como preferidos a nivel mundial a las aves ornamentales así como a los reptiles; dentro de estos últimos se encuentran a las tortugas pertenecientes al orden de los quelonios con 2 subórdenes, 12 familias, 75 géneros y más de 220 especies, que incluyen tortugas terrestres acuáticas y semiacuáticas. La gente cree que las tortugas son la mascota ideal para niños, pues suponen que su cuidado no requiere gran esfuerzo y resultan de gran utilidad en su desarrollo, contemplando que aprenderán a tener cierta responsabilidad al encargarse de la alimentación y mantenimiento, sin embargo no tienen en mente que estos animales requieren de muchos cuidados como alojamiento conforme a su crecimiento, temperatura adecuada para realizar su metabolismo y nutrientes especiales acordes a los puntos anteriores.^{1,2}

Las tortugas son ectotermos es decir, requieren de calor para mantener sus funciones vitales. Por ende, la temperatura del agua así como del sustrato debe de oscilar entre 20°C y 28° C. Se deben de ofrecer sitios soleados y de sombra dentro de un contenedor espacioso, además ser alimentadas de forma que los alimentos ofrecidos sustituyan a los que comen cuando están en su hábitat natural, éstos deben ser ofrecidos de manera paulatina a fin de acostumbrar al animal. Sin embargo, surgen una serie de preguntas como: ¿Cuál es el mejor alimento para tortugas y como debo ofrecerlo?, ¿Qué requerimientos nutricionales tiene y con qué cubrir éstos?, ¿cuánto dar y con qué frecuencia? La gente cree que las tortugas son animales herbívoros y por lo tanto las alimentan con tomates, lechuga o zanahorias, entre otros, estos ingredientes tienen mucha agua, son ricos en carbohidratos de diferentes características, pero muchas personas no saben es que a las tortugas, también se les puede ofrecer arroz, flores, hojas y maíz para cubrir los requerimientos de carbohidratos que finalmente aportarán energía y ésta a su vez mejorara parámetros productivos. Pero, ¿Qué pasa con la proteína? ¿A partir de qué ingredientes la puedo ofrecer? ¿Cómo la puedo modificar? y ¿Qué características debo de considerar?, éstas y muchas preguntas más, hoy día no tienen respuesta y es aquí donde surge el interés en plantear cómo afecta la

calidad y tipo de proteína en la respuesta productiva y morfométrica en tortugas orejas rojas (*Trachemys scripta elegans*) bajo un sistema en cautiverio.^{3,4}

Historia

Las primeras referencias de tortugas en el planeta datan de hace 280 millones de años reportando la existencia de fósiles en el periodo triásico, en el cual se cree desarrollaron su caparazón como un medio de supervivencia a partir de las costillas, columna vertebral y el tejido escamoso que poseen en la piel. En esta época se reporta que la primera tortuga que existió fue la *Proganochelys*, la cual fue descendiente directa de los Cotosaurios, donde el representante más antiguo del orden quelonio fue el Etnosaurio. Millones de años después, en el periodo Cretácico se reporta la existencia de *Meiolania*, una especie de tortuga grande con cuernos en la cabeza, estos impedían la retracción como medida de protección, siendo esta, quizá la causa de su desaparición en el planeta o el efecto que marco un proceso evolutivo; tiempo después se menciona la existencia de dos grupos que definen de manera especial a las tortugas que hoy día conocemos. Primeramente se hace mención a las tortugas Pleurodiras, las cuales retraen el cuello lateralmente en plano horizontal a diferencia de las Criptoridas que retraen el cuello en forma de (S) y en plano vertical. Con base en lo anterior, y dadas las características anatómicas de la tortuga a través del tiempo podemos inferir que la evolución de la tortuga ha sido mínima.⁴⁻⁶

Clasificación

Al igual que los mamíferos, aves, anfibios y la mayoría de los peces las tortugas poseen columna vertebral y esqueleto óseo, además piel cubierta de escudos y pertenecen a los reptiles, del orden de los quelonios con 2 subórdenes, 12 familias, 75 géneros y cerca de 300 especies. A las doce familias de tortugas las podemos clasificar, tomando como referencia su hábitat natural en tres grandes grupos: terrestres, acuáticas y marinas.^{7,8}

- **Tortugas terrestres** habitan en zonas templadas y cálidas, su caparazón es convexo y está provisto de fuertes patas con escamas que le ayudan a escavar madrigueras a fin de protegerse de los depredadores; además estas le sirven de apoyo para transportarse por diferentes superficies.

- **Tortugas acuáticas** (agua dulce), dentro de este grupo se encuentran la mayoría de especies, diferenciándose de las primeras en las patas, ya que éstas tienen membranas interdigitales (palmeada) que le sirven para nadar con agilidad. Su caparazón es más plano y le ayuda al desplazamiento, estas características permiten a las tortugas adaptarse a un hábitat terrestre, sin embargo, no en su totalidad, habitando climas tropicales y cálidos con abundante vegetación.
- **Tortugas marinas**, éstas tienen aletas en lugar de patas, propiciando el impulso con las aletas delanteras y las traseras son utilizadas en forma de timón permitiendo labores de maniobra. Su caparazón es plano o hidrodinámico, mismo que le permite mantenerse por horas sumergidas en el agua y realizar un doble sistema de respiración, es el grupo menos abundante vive en aguas cálidas (Figura 1).⁸



Figura 1. Fenotipo del caparazón de tortuga de acuerdo al hábitat.

Si tomamos en cuenta las características anteriores, podemos percatarnos que el caparazón es la base para diferenciar a una tortuga y este está formado de dos piezas, la parte superior se nombra concha o caparazón, compuesto de dos capas siendo la interior formada por los huesos de las costillas y de las vertebras, en cambio la parte exterior es una estructura cornea que forma los escudos. La parte inferior o plana, con apariencia de placas estructuradas, se llama peto o plastrón, por el contrario el color, estructura y tamaño estará en función de la especie en estudio, siendo este determinante en la identificación y clasificación de las diferentes especies de tortugas.^{9, 10}

Importancia de las tortugas

El rol de las tortugas en la cadena alimenticia es importante, ya que controlan poblaciones de animales (medusas o aguamalas, moluscos, peces, insectos, gusanos, lombrices, entre otros. En cuanto al hombre se refiere, éste ha sacado provecho por muchos años de la carne, huevo, caparazón y piel ocasionando que varias especies de tortugas se encuentren en peligro de extinción así como amenazadas según la IUCN (*International Union for Conservation of Nature*). Sumado a esto, el deterioro ambiental ha propiciado la canalización de los ríos, la desecación de pantanos, y la eliminación de muchos de los hábitat naturales, al construir obras de grandes dimensiones así como autopistas, poniendo en peligro la vida de muchos de estos organismos (Figura 2).^{11,12}

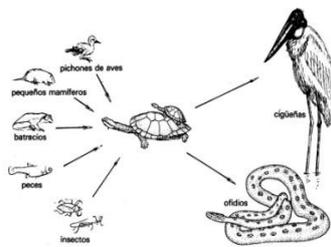


Figura 2. Cadena alimenticia

En cuanto a la tortuga orejas rojas (*Trachemys scripta elegans*) el comercio desmedido en acuarios como en tiendas de mascotas ha cobrado gran interés y relevancia, pero es poco lo que se conoce de su medio en cautiverio, los cuidados y sobre todo su alimentación (Figura 3).⁹



Figura 3. Cría de tortuga *Trachemys scripta elegans*

Tortuga orejas rojas (*Trachemys scripta elegans*)

La tortuga orejas rojas (Figura 4), conocida como galápago de la Florida, tortuga jicotea de la Florida, tortuga japonesa, tortuga escurridiza o tortuga de agua, es una tortuga semiacuática cuya clasificación taxonómica es: ^{7,13}

Clasificación taxonómica³



Reino:	Animalia
Phylum:	Chordata
Subphylum:	Vertebrata
Clase:	Reptilia
Orden:	Testudines
Suborden:	Criptorido
Familia:	Emydidae
Género:	<i>Trachemys</i>
Especie:	<i>scripta</i>
Subespecie:	<i>elegans</i>

Figura 4. Tortuga orejas rojas *Trachemys scripta elegans*

Distribución geográfica

La tortuga orejas rojas (*Trachemys scripta elegans*). Es originaria del sureste de los Estados Unidos de Norteamérica, encontrándose desde Oklahoma a Alabama de aquí hacia el Noreste y Golfo de México. Debido a que es una mascota de gran popularidad, en la actualidad se puede encontrar por todas partes del mundo (Figura 5). ¹²



Figura 5. Distribución geográfica de la tortuga orejas rojas *Trachemys scripta elegans*

Hábitat

Es una tortuga semiacuática, su ecosistema consta de zonas de ríos mansos y arroyos con aguas lenticas (de poco movimiento), charcas de escasa

profundidad y gran cantidad de fango, lagos con vegetación densa, lagunas con plantas flotantes así como pantanos (Figura 6 y 7).



Figura 6. Habitat de la tortuga orejas rojas
Trachemys scripta elegans



Figura 7.Habitat de la tortuga orejas rojas
Trachemys scripta elegans

Generalidades

La tortuga orejas rojas se adapta con facilidad a los ambientes ajenos a ella. No requiere de grandes cuidados cuando es una cría, no obstante, se debe de tener en mente que puede crecer hasta 35 cm de largo, con una expectativa de vida en cautiverio de 7 años. Al ser ectotermos, su temperatura estará en función de la temperatura ambiente 24° C a 29° C, por lo tanto esta debe ser sólo de 0.2 °C por arriba de su temperatura corporal tomada a nivel cloaca. Su ritmo es circadiano, su actividad es diurna y requieren de oscuridad para descansar. Poseen escamas en la piel y una cavidad llamada cloaca, esta cavidad abierta al exterior es donde desembocan el urodeum (sistema urinario), coprodeum (sistema digestivo) y proctodeum (sistema reproductor). Los miembros anteriores y posteriores tienen gran fuerza y terminan en garras que presentan el mismo rayado de la piel; en la etapa adulta las garras son más largas en los miembros anteriores de los machos característica de dimorfismo en esta subespecie, además son de menor tamaño que las hembras.^{13,14}

Ambos sexos tienen riñones metanéfricos, situados contra el borde superior del caparazón, tienen un cerebro pequeño con bulbos oculares y olfativos muy desarrollados, el crecimiento y desarrollo en la tortuga orejas rojas estará en función del medio ambiente, tipo de alimentación y sobretodo de la temperatura, ya que esta determinará en gran medida el consumo y por ende el crecimiento del caparazón mismo que permite el correcto desarrollo del animal.

El caparazón en juveniles es verde y la mancha roja postorbital (ambos lados de la cabeza cerca del tímpano) es característica de esta subespecie (Figura 7).^{11,14}



Figura 8. Mancha roja región postorbital

Caparazón

La tortuga orejas rojas presenta un caparazón de consistencia dura, y es más grueso cuando llega a la etapa adulta, contiene gran cantidad de terminaciones nerviosas, que lo hacen una estructura sensible a cualquier condición o manejo físico, químico e incluso biológico; tanto, que podría ser una causa de muerte. La parte interna del caparazón es ósea (huesos aplanados) y está dividida en secciones llamadas placas, en cambio, la parte externa es cornea y está estructurada por escudos compuestos de queratina y calcio, con apariencia aplanada, de tonalidad verde con líneas y manchas oscuras a negras (Figura 9).¹⁶⁻¹⁸

Plastrón

La base del caparazón es llamado comúnmente peto o plastrón, está formado por seis pares de escudos, algunos derivan de huesos dérmicos, en el cual se observan dibujos ocelados y reticulados. El plastrón sirve de protección e inserción de músculos pectorales y pélvicos (Figura 10).^{5, 10, 15}



Figura 9. Caparazón



Figura 10. Plastrón

El caparazón crece durante gran parte de la vida de la tortuga, sin embargo, la velocidad de crecimiento estará en función de muchos factores, dentro de los cuales podemos mencionar espacio, temperatura y dieta del quelonio. Por lo tanto, a medida que el caparazón va creciendo, observaremos ensanchamiento de las placas epidérmicas que lo constituyen, manifestándose estas en algunos casos por anillos de crecimiento. Hoy día no hay reporte alguno que indique el efecto que tiene la dieta sobre el ritmo de crecimiento y calidad del caparazón.

16-18

Aparato digestivo

Siempre que se pretenda alimentar a un animal, independientemente de cuál sea éste, se debe conocer la composición de su aparato digestivo, a fin de proporcionarle una dieta acorde a sus características. Sólo así se pueden plantear diversas investigaciones y estrategias que traten sobre el mejor aprovechamiento del alimento y por lo tanto la mejor calidad de vida del animal.

15,19-22

A diferencia de muchos reptiles, en las tortugas el aparato digestivo comienza con el pico de nombre ramfoteca (Figura 11), el cual es una estructura córnea de origen epidérmico desprovisto de dientes (pico) afilado y de bordes cortantes, mismos que ayudan a trozar el alimento en sincronía con el cierre mandibular, pasando a cavidad bucal donde se encuentra una lengua corta, relativamente inmóvil, a través de la cual pasará el alimento hacia la epiglotis; que es un pliegue de la faringe que obstruye la glotis, cerrando así el paso a vías respiratorias con el fin de permitir la deglución a esófago, el cual sigue la misma disposición que las vertebrales cervicales y se une al estómago por medio del cardias, situado en la depresión ventral del hígado, para finalmente llegar al píloro y salir hacia el intestino delgado, con forma de espiral, se va estrechando hasta llegar al intestino grueso, este comienza con un ciego de pared delgada, continuado por un colón que se va estrechando hacia el recto, mismo que se ubica en el cinturón pélvico, aquí se abre una cloaca en la parte

inferior de la cola a través de la cual concurren aparato reproductor, urinario y digestivo (Figura 12,13). El hígado presenta dos lóbulos entre ellos se encuentra la vesícula biliar, el páncreas tiene la misma función que en el resto de las especies.^{5, 19-21}



Figura 11. Pico de tortuga orejas rojas

En las tortugas, la actividad enzimática estará en función de la temperatura ideal ya que si ésta disminuye o se eleva del rango óptimo, el animal utilizará mayor tiempo en los procesos digestivos. Por tanto, la tortuga antes de buscar alimento deberá llegar a su temperatura corporal ideal, sólo así esta buscará el alimento. Por el contrario, cuando el animal va a entrar en hibernación, la producción de jugos digestivos cesará unos días antes, interrumpiendo su alimentación y crecimiento.²³⁻²⁷

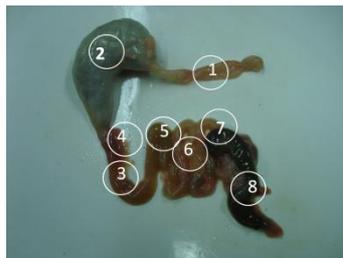


Figura 12 Sistema digestivo. 1, Esófago; 2, Estómago; 3, Duodeno; 4, Páncreas; 5, Yeyuno 6, Ileon (no hay una diferenciación natural clara de estas dos secciones); 7, Ciego; 8, Colon;



Figura 13.Sistema digestivo. 9, Cloaca; 10, Urodeum; 11, proctodeum

Alimentación

Uno de los mayores problemas a los que se enfrenta todo aquel que opte por tener una tortuga como mascota es su alimentación, esta al igual que cualquier

animal en vida libre es muy variada; por lo tanto, es conveniente que en cautiverio reciba una cantidad importante de ingredientes diferentes a fin de lograr un balance de nutrientes idóneo para su crecimiento y longevidad. La tortuga orejas rojas es carnívora en su etapa de cría (hasta 3 años), consume crustáceos (camarones, gambas, quisquillas), moluscos (calamares, mejillones, caracol acuático), pulgas acuáticas, trozos de pescado o pequeños peces enteros, larvas de mosquitos, lombrices de tierra, grillos, entre otros; conforme va creciendo (etapa juvenil), se puede añadir progresivamente a la dieta vegetales, entre los que se encuentran : lechuga, col, diente de león, guisantes tiernos, lenteja acuática, plantas y hierbas silvestres de la región, además de algunas frutas que le darán su carácter omnívoro, aunque se sabe que en estado natural pueden comer carroña.^{28,29}

Al igual que las especies terrestres, la tortuga tendrá mayores requerimientos de proteína en la fase o etapa de cría, sin embargo, para cubrir éstos se tiene que recurrir a ingredientes de excelente calidad proteica y alta digestibilidad, siendo estos por lo tanto, la base de la alimentación en estas dos primeras etapas de vida de la tortuga orejas rojas.^{20,30}

Las crías de tortuga, deben consumir su alimento en dos o tres raciones por día, considerando que son más activas y deben consumir alimento con mayor frecuencia; por el contrario, a medida que éstos pasen a la etapa juvenil y posteriormente a la adulta, su alimentación deberá ser una vez al día, pues el metabolismo disminuirá de manera progresiva conforme adquiere mayor edad, haciendo más lento el proceso digestivo. La actividad es fundamental para calcular la cantidad de alimento a ofrecer a fin de lograr un crecimiento óptimo conforme al peso y longitud del caparazón; no obstante, en tortugas en cautiverio, el nivel de actividad es ausente o mínimo porque no requieren de gran esfuerzo para obtener el alimento ya que se les facilita, por lo que la cantidad de este será menor en relación al peso, además de considerar que puede presentar de manera ocasional ayunos temporales.^{28,31}

Actualmente existen en el mercado de mascotas preparados comerciales para tortugas que no consideran las características antes mencionadas,

desconociendo si estos cubren los requerimientos nutricionales o si son alimentos comerciales específicos para *Trachemys scripta elegans*. En párrafos anteriores se comentó que no todas las tortugas son iguales y mucho menos tienen los mismos requerimientos nutricionales, pues resultaría imposible que cerca de 220 especies, consuman el mismo tipo de alimento. Por tanto surge la pregunta, las tortuguetas (Petmmal)* comúnmente comercializado, ¿es específico para Tortugas orejas rojas (*Trachemys scripta elegans*)? y más aún ¿éste cubre con sus requerimientos nutricionales? Por tal motivo es importante conocer si la cantidad de proteína es acorde para la especie animal en estudio.

*Tortuguetas iniciación Petmmal: alimento comúnmente comercializado que no indica la especie para la cual fue diseñado

Proteína

Una proteína es un complejo orgánico compuesto por una cadena de aminoácidos, que constituye una parte importante de piel, músculos, órganos, caparazón y glándulas, además de estar presente en todos los líquidos corporales con excepción de la bilis y orina.^{32,33}

En la dieta de cualquier especie se deben incluir proteínas. Estas ayudarán al cuerpo a reparar la célula y/o producir células nuevas (mudas), además de ser necesarias para un crecimiento y desarrollo favorable.

Las proteínas a ofrecer pueden ser completas y/o incompletas, las primeras tendrán nueve de los diez aminoácidos esenciales y se encontrarán en los alimentos de origen animal y la soya; en cambio, las proteínas incompletas como su nombre lo indica, carecen de dos o más aminoácidos esenciales y se encontrarán en el resto de ingredientes proteicos de origen vegetal y verduras, lo que obliga a realizar una combinación de ingredientes a fin de cubrir con los requerimientos del animal, puesto que no todas las proteínas son iguales; sin embargo se debe tener cuidado al momento de elegir una fuente proteínica complementaria, pues éstas aportarán más calorías que las proteínas de origen animal. No obstante, cuando hablamos de la alimentación de tortugas, nos preguntamos, ¿el tipo de proteína afecta las características morfométricas del caparazón? si es así, ¿cómo afecta ésta el crecimiento del mismo, si éste se forma en su mayoría de queratina?^{22,34}

La queratina es una proteína en forma de microfibrillas, compuesta por un aminoácido (cistina) con alto contenido de azufre (S), la cantidad de este originara una queratina blanda (2 -4% de S) y una dura (15 -18% de S), ambas queratinas no servirán de alimento debido a su baja digestibilidad; sin embargo, en tortugas es necesaria su formación pues al formar parte del caparazón y plastrón propicia

un revestimiento o escudo protector para su cuerpo. El mecanismo supone el envejecimiento de las células de la epidermis, donde desaparece el núcleo de

las células perdiendo líquido hasta convertirse en una célula completamente queratinizada. Además de queratina el caparazón en su parte interna estará constituido por placas de hueso de origen dérmico que le darán dureza y rigidez, a su vez cubierto de escamas de origen epidérmico.^{22, 32-34}

Con base en lo anterior, si sabemos que la tortuga orejas rojas es omnívora y tiene un sistema digestivo exacto en relación a otros omnívoros comprenderemos que su metabolismo es lento y se ajusta de modo estable para descomponer celulosa por acción bacteriana, haciendo uso de su órgano llamado ciego. Estudios radiológicos indican que el alimento puede tardar varias semanas en el tracto gastrointestinal antes de ser digerido o excretado. No obstante, cuando la tortuga orejas rojas es alimentada sólo con lechuga o con una dieta sin suplementos minerales sufren del síndrome del caparazón blando, al igual que aquellas que consumen dietas elaboradas con una alta cantidad de ingredientes proteínicos y una deficiencia de calcio, que además causan problemas de ácido úrico y urea en sangre; sin embargo cuando la dieta de la tortuga es suplementada con proteínas de pescado fresco, harina de pescado o insectos, la calidad morfológica del caparazón y los parámetros productivos mejoran en gran medida, debido entre otros a la digestibilidad y calidad en aminoácidos de la fuente utilizada, siempre y cuando se respete una proporción 1.4-6:1 Ca:P (Calcio: fósforo) cuando la dieta este basada en pescado e insectos. Esto es un factor que no es cuidado en la mayoría de los productos comerciales que existen en el mercado.³⁵

Alimentos para tortugas semiacuáticas

Cuando utilizamos alimentos balanceados debemos de tomar en cuenta que no todos tienen la misma cantidad nutrimental y por ende no todos cubrirán con los requerimientos nutricionales de las tortugas semiacuáticas. La cantidad nutrimental en los mismos deberá reportar como mínimo: PC de 40%, grasa entre 4 y 6 % y 2 a 4 % de fibra, existiendo hoy día en el mercado los siguientes alimentos:^{35,36}

Cuadro 1 ALIMENTO COMERCIAL PARA TORTUGAS

PRODUCTO	MARCA	VALOR NUTRITIVO
Mom sticks Tortugas	MOM STICKS	28.2 % de proteína, 3.1 % de grasa y 2.2% de fibra
Turtle bites	WARDLEY	38% de proteína, 4% de grasa y 3% de fibra
Tetra reptomin	TETRAFAUNA	39% de proteína, 3.1 % de grasa y 2 % de fibra
Sera Raffy P	SERA	39 % de proteína, 6 % de grasa y 4.1 % de fibra
Moly súper menú	MOLY	40 % de proteína, 3% de grasa y 4 % de fibra
Zeigler Monster Diets	ZEIGLER	40 % de proteína, 10 % de grasa y 3% de fibra
Pet Dajana Gran	DAJANA PET	40 % de proteína, 4 % de grasa y 5 % de fibra
Specipez Menú Stick	SPECIPEZ	50 % de proteína, 6 % de grasa y 10 % de fibra
Tortuguetas	PETMMAL	35% de Proteína, 5% de grasa y 2% de fibra

Si observamos el cuadro 1, nos daremos cuenta que existe gran variabilidad en los alimentos comerciales peletizados así como extruidos para tortugas.

De éstos, no todos cubren con los requisitos mínimos establecidos para las mismas, por tanto es de importancia buscar alternativas que reúnan estas características, a fin de lograr la máxima expresión genética de los parámetros productivos y morfométricos.^{37, 38}

Toma de medidas existente para los Parámetros morfométricos

En 1976 el Dr. Jackson Oliphant, registró el peso y mediciones de un gran número de tortugas enfermas y sanas creando así la proporción de Jackson 1981, que indica la relación del peso corporal (g) con la longitud del caparazón

(mm), la cual constituye una parte importante del examen clínico de una tortuga, además de proporcionar una infinidad de datos que nos permiten validar en cierta medida si la composición de la dieta y calidad del alimento son de utilidad en el desempeño productivo del animal.³⁹⁻⁴¹

Con base en lo anterior. Dada la escasa información científica que existe en cuanto a la alimentación de tortugas en cautiverio, así como de los parámetros productivos es necesaria la búsqueda de nuevas fuentes de alimentación que garanticen una nutrición completa y balanceada para la tortuga orejas rojas

Con base en lo anterior. Dada la escasa información científica que existe en cuanto a la alimentación de tortugas en cautiverio, así como de los parámetros productivos es necesaria la búsqueda de nuevas fuentes de alimentación que garanticen una nutrición completa y balanceada para la tortuga orejas rojas *Trachemys scripta elegans*.

Hipótesis

La calidad de la proteína incide sobre los parámetros productivos y morfométricos en tortuga orejas rojas (*Trachemys scripta elegans*).

Objetivo General

Evaluar el comportamiento productivo y morfométrico en tortuga orejas rojas (*Trachemys scripta elegans*) al modificar el tipo de proteína en la dieta.

Objetivos Específicos

- a) Medir la respuesta en parámetros morfométricos (largo y ancho de caparazón largo y ancho de plastrón) de tortuga orejas rojas al variar el tipo de proteína.
- b) Medir la respuesta en parámetros productivos (consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia) en tortuga orejas rojas al variar el tipo de proteína.
- c) Realizar un cálculo de costo beneficio por efecto de las dietas ofrecidas al variar el tipo de proteína.
- d) Observar la calidad del caparazón y presencia de problemas digestivos por efecto del tipo de proteína en la dieta.

Material y Método

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, en los Departamentos de Producción Animal: Abejas, Conejos y Organismos Acuáticos así como en el Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica.

Se utilizaron 24 tortugas orejas rojas de 3 a 4 cm de longitud y en promedio 1.5 meses de edad, distribuidas al azar a cuatro tratamientos sin considerar sexo. Las tortugas fueron pesadas y medidas (largo y ancho del caparazón; así como largo y ancho del plastrón), al inicio del estudio y cada quince días hasta el término del mismo (tres meses).³⁹⁻⁴¹

Los tratamientos a evaluar fueron:

- T₁ Dieta comercial testigo (tortuguetas iniciación) en presentación de pellet
- T₂ Harina de pescado con presentación en forma de gelatina
- T₃ Pescado fresco, con presentación en forma de gelatina
- T₄ Mosco de lagos alcalinos con presentación en forma de gelatina

Las tortugas se alojaron de forma individual en contenedores tipo riñón de 15 cm de largo por 10 cm de ancho y 6 cm alto (Figura 14), considerando a éste como unidad experimental y a la tortuga como unidad de medición ($4_{tx} \times 6_{Rep} = 24$)⁴²



Figura 14. Contenedor tipo riñón

Para la elaboración de dietas, se tomó como referencia el valor nutricional de la dieta comercial testigo (Tortuguetas), a la cual se le realizó un Análisis Químico Proximal siguiendo la técnica sugerida por AOAC (*Association of Official Analytical Chemists*) 2008, a fin de conocer su perfil nutritivo y con base en este balancear las tres dietas restantes con un valor isoproteico e isoenergético (cuadro 2).

Cuadro 2. CONTENIDO NUTRICIONAL DE LA DIETA TESTIGO Y BASE PARA LA FORMULACION DE LAS DIETAS

	BH	B90	B100
HUM	7.34	10	0
MS	92.66	90	100
PC	39.50	38.37	42.62
EE	7.74	7.52	8.35
FC	1.60	1.55	1.73
CEN	15.08	14.65	16.27
ELN	28.74	27.91	31.02
TND	71.96	69.90	77.66
ED	3.17	3.08	3.42
EM	2.60	2.53	2.81

BH, Base húmeda; B 90, Base noventa ; B100, Base cien; HUM, Humedad; MS, Materia seca; PC, Proteína cruda; EE, Extracto etéreo; FC, Fibra cruda; CEN, Cenizas; ELN, Extracto libre de nitrógeno; TND, Total de nutrientes digestibles; ED, Energía digestible; EM, Energía metabolizable.

En la formulación de dietas los ingredientes variables fueron aceite de hígado de bacalao, harina de maíz más la fuente proteínica a utilizar.

- Dieta₂ = Harina de pescado (65 % PC y 2.75 Mcal)
- Dieta₃ = Pescado fresco (60 % PC y 2.75 Mcal)
- Dieta₄ = Mosco de lagos alcalinos (*Notonecta unifasciata*) (61.6 % PC y 2.8 Mcal)

Los ingredientes fijos (Cuadro 3) en la elaboración de las dietas fueron:

Cuadro 3. INGREDIENTES FIJOS EN LAS DIETAS ELABORADAS

INGREDIENTES	BH
Premezcla de vitaminas	922.79 mg
Premezcla de minerales	139.64 mg
Vit A	4000.00 UI
B caroteno	1000.00 UI
Vit D	400.00 UI
Vit E	30.00 UI
Calcio	240.78mg
Fosforo	109.00 mg
Lisina	0.50 g
Lechuga	160.00 g
Espinaca	210.00 g
Grenetina	30.00 g
Ingredientes variables	450.00 g
cbp	1150 g

BH, Base húmeda; cbp, Cuanto baste para

Cuadro 4. MATERIA PRIMA UTILIZADA EN LAS DIETAS AJUSTADAS A LA DIETA TESTIGO TORTUGUETAS

Materia prima	P.C.	Grasa	Mcal/EM/Kg MS
Harina de pescado	39.5 ± 0.05	1.56 ± 0.05	2.81 ± 0.05
Pescado fresco	39.5±0.05	2.23 ± 0.05	2.81±0.05
Moscas de lagos alcalinos	39.5 ±0.05	1.34 ±0.05	2.81 ± 0.05

PC, Proteína cruda; Mcal, Megacalorías; EM, Energía metabolizable; Kg, Kilogramos; MS, Materia seca

El alimento se ofreció en forma de gelatina dos veces al día, procurando que siempre estuviera disponible. El tamaño de la ración se calculó con base al peso vivo del animal y al consumo, siendo éste del 3 al 6% del peso vivo promedio de cada tratamiento, mismo que modificaba la cantidad ofrecida en cada grupo y tiempo.

El peso de los animales se registró al inicio de la prueba y cada 15 días hasta contemplar tres meses, obteniendo la ganancia acumulada por diferencia; la determinación del consumo de alimento se realizó mediante la diferencia entre el peso del alimento suministrado y el alimento rechazado.⁴³

Análisis Estadístico

Para consumo de alimento, conversión alimenticia; así como parámetros morfo-métricos, largo, ancho de caparazón y largo, ancho de plastrón, se utilizó un análisis de varianza. Para ganancia diaria de peso se utilizó un análisis de covarianza utilizando el peso inicial como covariable. La diferencia entre medias se comparó mediante una prueba de Tukey. La calidad del caparazón y presencia de problemas entéricos se evaluó mediante estadística no paramétrica.^{44,45}

Análisis de Costos

Se realizó un análisis de costos por la metodología de cálculo de costos propuesta por el Departamento de Economía, Administración y Desarrollo Rural.⁴⁶

Resultados

Al término del estudio y después de ser analizados estadísticamente los datos para cada rubro, los resultados encontrados son:

Parámetros morfométricos

Largo de caparazón

El crecimiento por efecto de la fuente de proteína utilizada sobre el largo de caparazón resultó estadísticamente similar a los 30 y 90 días ($P > 0.05$); factor que se conservó durante todo el estudio.

La medición a los 60 días resultó significativa ($P < 0.05$), siendo esta similar entre las Tx2, Tx3 y Tx4 pero diferente solo el Tx1 del Tx2 lo que indica, que la Tx2 como fuente de proteína favorece el crecimiento del largo de caparazón en tortugas orejas rojas (*Trachemys scripta elegans*).

Sin embargo, podemos mencionar que independientemente del tipo de ingrediente proteico utilizado en la dieta, el crecimiento del largo de caparazón sobre las líneas de crecimiento siempre se mantuvo y este, nunca se vio detenido por la fuente de proteína utilizada, no obstante el crecimiento nunca fue similar numéricamente, factor que posiblemente se debió a la edad del animal y días de estudio de la prueba, pues este crecerá de manera paulatina con la edad del animal (Cuadro 5).

Cuadro 5. EFECTO DE LA FUENTE DE PROTEÍNA UTILIZADA SOBRE EL LARGO DE CAPARAZÓN

Tratamiento	30 días		60 días		90 días	
	MEDIA	D.E.	MEDIA	D.E.	MEDIA	D.E.
Tx 1	2 ^a	0.36	2.5 ^b	0.38	3.17 ^a	0.37
Tx 2	2.67 ^a	0.27	4.17 ^a	0.24	4.67 ^a	0.31
Tx 3	2.33 ^a	0.17	3.67 ^{ab}	0.17	4.83 ^a	0.2
Tx 4	2 ^a	0.22	2.67 ^{ab}	0.21	3.17 ^a	0.24

Tx1, Dieta comercial; Tx2, Harina de pescado; Tx3, Pescado fresco; Tx4, Moscos de lagos alcalinos; E.E, Error estándar

Ancho de caparazón

El cuadro 6 nos muestra el efecto de la fuente de proteína utilizada sobre el crecimiento del ancho de caparazón.

Aquí observamos que las líneas de crecimiento en caparazón no mantuvieron una uniformidad en relación al crecimiento a lo largo del mismo.

Si comparamos el cuadro 5 con el 6 podemos observar, que en todas las dietas con excepción de Tx1 a los 30, 60 y 90 días, se observó crecimiento más lento a lo largo del estudio, siendo este de .03, 0.15 y 0.28 mm lo que origina que se deformara el caparazón.

No obstante la fuente de proteína utilizada tiene efecto directo sobre el ancho de caparazón ($P < 0.05$) solo en los primeros 30 días de iniciado el estudio tal y como se observa (cuadro 8).

Cuadro 6. EFECTO DE LA FUENTE DE PROTEINA UTILIZADA SOBRE EL ANCHO DE CAPARAZÓN

Tratamiento	30 días		60 días		90 días	
	MEDIA	D.E.	MEDIA	D.E.	MEDIA	D.E.
Tx 1	2.07 ^b	0.42	2.17 ^a	0.40	3.33 ^a	0.41
Tx 2	2.40 ^b	0.49	4.50 ^a	0.46	5.17 ^a	0.62
Tx 3	1.03 ^a	0.21	3.67 ^a	0.17	5.17 ^a	0.15
Tx 4	1.22 ^{ab}	0.25	2.67 ^a	0.25	4 ^a	0.32

Tx1, Dieta comercial; Tx2, Harina de pescado; Tx3, Pescado fresco; Tx4, Moscos de lagos alcalinos; E.E, Error estándar

Si bien la dieta 4, no favoreció el crecimiento del plastrón en similar condición que el resto de las dietas en estudio, el crecimiento de los mismos siempre fue acorde al crecimiento del caparazón, lo que probablemente no permitió la deformidad del mismo.^{47,48}

Plastrón

Largo y ancho de plastrón

En lo que respecta al plastrón, se puede observar (cuadro 9) que la fuente de proteína en la dieta de tortuga orejas rojas (*Trachemys scripta elegans*), no afectó significativamente ($P>0.05$) el crecimiento a lo largo del plastrón al término del estudio (90 días), no obstante siempre hubo concordancia en la relación de sus medidas como es el menor crecimiento en cm para el ancho y mayor cm para el largo respectivamente.^{5,18}

El crecimiento del largo del plastrón a los 60 y 90 días fue estadísticamente similar ($P> 0,05$) para todas las fuentes de proteína utilizada, existiendo una diferencia promedio menor de 0.2 cm para el Tx2 con referencia al Tx3 y de

0.32 cm para Tx1 y Tx4 lo que indica que el plastrón creció a su largo 6.91 % (Tx1 y Tx4) y 4.32 % Tx2 menos que Tx3 (Cuadro 7).

Cuadro 7. EFECTO DE LA FUENTE DE PROTEINA UTILIZADA SOBRE EL LARGO DE PLASTRÓN

Tratamiento	30 días		60 días		90 días	
	MEDIA	D.E.	MEDIA	D.E.	MEDIA	D.E.
Tx 1	3.83	0.55	6	1.04	7	1.30
Tx 2	3.17	0.52	6.33	0.70	7.33	0.97
Tx 3	3.33	0.28	6	0.25	7	0.40
Tx 4	2.33	0.21	3.17	0.20	4.83	0.35

Tx1, Dieta comercial; Tx2, Harina de pescado; Tx3, Pescado fresco; Tx4, Moscos de lagos alcalinos; E.E, Error estándar

En cambio el crecimiento en el ancho del plastrón a los 30 días fue superior en Tx1, siendo este de 0.22 cm. valor que fue 0.02, 0.05 y 0.09 cm menor para las Tx2, Tx3 y Tx4 lo que indica un 59.09%, 77.27% y 90.90% menos para las dietas antes mencionadas (Cuadro 8).

Para los 60 días, la tendencia no se continuo ya que se empataron las Tx1 y Tx2 con 0.32 cm, valor que fue 87.5% menor para la dieta Tx3 y 40.62% en referencia a Tx4, representando una diferencia de 46.42% entre el tratamiento Tx3 y Tx4. Finalmente a los 90 días la dieta que obtuvo mejor crecimiento a lo ancho de su plastrón fue el Tx2 con 0.32 cm valor que fue 9.37% mayor que Tx1 , 16.67% en referencia al Tx3 y 105.88% para el Tx4; lo que nos indica que la proteína que menor influencia tuvo sobre el crecimiento del plastrón a lo largo y ancho fue el Tx4 que contenía mosco de lagos alcalinos (*Notonecta unifasciata*) como única fuente de proteína en la dieta, mismo que mantuvo un

crecimiento a los 30 y 60 días, no obstante en ninguna de las mediciones se encontró respuesta significativa

por efecto de la fuente de proteína utilizada en la dieta(Cuadro 8).

Cuadro 8. EFECTO DE LA FUENTE DE PROTEINA UTILIZADA SOBRE EL ANCHO DE PLASTRÓN

Tratamiento	30 días		60 días		90 días	
	MEDIA	D.E.	MEDIA	D.E.	MEDIA	D.E.
Tx 1	2.17	0.58	3.17	0.78	3.17	0.85
Tx 2	2	0.43	3.17	0.42	3.50	0.48
Tx 3	1.67	0.21	2.83	0.24	3	0.29
Tx 4	1.33	0.21	1	0.22	1.67	0.28

Tx1, Dieta comercial; Tx2, Harina de pescado; Tx3, Pescado fresco; Tx4, Moscos de lagos alcalinos; E.E, Error estándar

Si bien la dieta4, no favoreció el crecimiento del plastrón en similar condición que el resto de las dietas en estudio, siempre fue acorde al crecimiento del caparazón, lo que probablemente no permitió la deformidad del mismo.^{47, 48}

Si recordamos que el plastrón o peto es producto de la transformación adaptativa derivada de las clavículas, interclavículas y costillas, podemos mencionar que el requerimiento de calcio en el mismo es menor en relación al caparazón, sin embargo requiere de varias capas de queratina que finalmente permitirán la unión entre los escudos, además de que en algunas especies de tortuga no existe tal cubierta cornea sino más bien es una especie de piel de grueso calibre que da apariencia a cuero como se aprecia en la figura 8.^{16-18, 49-}



Figura 15. Apariencia del plastrón

Con base a los resultados analizados, efectivamente la concentración de Calcio en el plastrón es tal, que la dieta no permitió la deformidad del mismo, sin embargo el tipo de fuente proteica utilizada en la dieta si altero su crecimiento ($P < 0.05$).

Parámetros productivos: Consumo de alimento, Ganancia de peso y Conversión alimenticia

Consumo de alimento

El cuadro 9 nos indica que conforme avanzaba el animal en peso y edad, el consumo diario de alimento es mayor, independientemente de la cantidad ofrecida. A los 30 días el consumo fue estadísticamente similar para el Tx3 y Tx4; sin embargo estas fueron diferentes ($P < 0.05$) al y Tx2 mismas que a su vez se manifestaron iguales. A los 60 días el Tx2 se despegó del Tx1 y se manifestó estadísticamente similar al Tx3 y Tx4 encontrándose 7.26 y 1.65 g por debajo de las dietas Tx3 y Tx4 respectivamente. En la medición realizada a los 90 días el consumo de alimento por parte del Tx4 decreció 15.83 y 29.01 g en relación al Tx2 y Tx3 respectivamente, manifestando diferencia significativa ($P > 0.05$) entre todas las dietas para este periodo.^{51, 52}

Al ser evaluado el consumo de alimento acumulado durante toda la prueba, los datos arrojados por el estudio indican una diferencia significativa ($P < 0.05$) a favor

de la dieta 3, misma que fue superior a los 60 días por 48.88, 26.20 y 8.625 g para la dieta 1, 2 y 4 respectivamente, lo que representa un incremento de 0.81, 0.44 y 0.14 g mas en el consumo diario; a los 90 días el efecto se

conservo y supero por 87.62, 39.81 y 37.63 g a la dieta 1, 2 y 4 , valores que representan 0.97, 0.44 y 0.41 g más por día para las dietas antes mencionadas ($P>0.05$), lo que indica que el pescado fresco como parte de una dieta isoproteica e isoenergética estimula el consumo de alimento, sin embargo un buen consumo, no siempre es sinónimo de buenos parámetros productivos, ya que estos dependen de la calidad de la dieta y el efecto de la misma a nivel metabólico .

La cantidad de alimento que la tortuga consumió en un periodo de tiempo, fue un factor importante que siempre se tomo en cuenta en el presente estudio, ya que se considero que este podría afectar de manera indirecta los parámetros medidos.

Se observó que el consumo voluntario en tortuga orejas rojas (*Trachemys scripta elegans*), sometidas a una dieta a base de gelatina fue complejo e incluyo 6 pasos: 1) Búsqueda del alimento, 2) Reconocimiento del mismo, 3) Movimientos necesarios para alcanzarlo, 4) Valoración sensorial, 5) Consumo y 6) Deglución, este ultimo genero como consecuencia la digestión, absorción y metabolismo de las dietas en estudio y finalmente nos permitió conocer el efecto que tuvo la fuente proteínica utilizada sobre la conversión alimenticia de las tortugas antes mencionadas.

Cuadro 9. EFECTO DEL TIPO DE PROTEÍNA UTILIZADA SOBRE EL CONSUMO EN TORTUGA OREJAS ROJAS (*Trachemys scripta elegans*)

Tratamiento	30 días		60 días		90 días	
	MEDIA	D.E.	MEDIA	D.E.	MEDIA	D.E.
Tx 1	23.70 ^b	9.24	24.86 ^b	8.24	31.79 ^c	16.39
Tx 2	24.45 ^b	15.16	46.79 ^a	16.35	57.35 ^{ab}	15.37
Tx 3	43.39 ^a	5.20	54.05 ^a	7.31	70.53 ^a	9.17
Tx 4	40.37 ^a	1.26	48.45 ^a	3.77	41.52 ^{bc}	5.98

Tx1, Dieta comercial (tortuguetas); Tx2, Harina de pescado; Tx3, Pescado fresco; Tx4, Moscos de lagos alcalinos

Ganancia de peso

En el cuadro 10 podemos observar que la dieta 4 obtuvo menor respuesta en ganancia de peso, que el resto de los tratamientos evaluados, encontrándose 1.15, 2.63 y 2.86 g por debajo de la dieta 1 en las 3 mediciones, no obstante la dieta 2 superó en 1.65, 1.36 y 1.03 g a la dieta 1 mientras que la dieta 3 fue 2.16, 1.19 y 0.96 superior a la dieta 1, pero solo 0.17 y 0.07 inferior a la dieta 2 siendo esta la que mejor respuesta en cuanto a peso tuvo ($P > 0.05$) sobre tortuga orejas rojas (*Trachemys scripta elegans*).

CUADRO 10. EFECTO DEL TIPO DE PROTEÍNA UTILIZADA SOBRE GANANCIA DE PESO EN g DE ALIMENTO EN TORTUGAS OREJAS ROJAS (*Trachemys scripta elegans*)

	30 días		60 días		90 días	
Tratamiento	MEDIA	D.E	MEDIA	D.E	MEDIA	D.E
Tx1	0.1 ^a	0.10	0.18 ^a	0.2	0.17 ^a	0.18
Tx2	0.14 ^a	0.07	0.25 ^a	0.13	0.22 ^a	0.13
Tx3	0.14 ^a	0.05	0.23 ^a	0.07	0.21 ^a	0.07
Tx4	0.07 ^a	0.03	0.11 ^a	0.06	0.11 ^a	0.05

Tx1, Dieta comercial (tortuguetas); Tx2, Harina de pescado; Tx3, Pescado fresco; Tx4, Moscos de lagos alcalinos.

La ganancia diaria de peso, no fue la misma en los tres periodos evaluados, obteniéndose la mejor respuesta en cuanto a ganancia diaria de peso se refiere a los 30 días de estudio, resultando beneficiados los animales que consumieron la dieta 2 que contenía harina de pescado como fuente de proteína así como la dieta 3 que fue superior a la dieta 1 y 4. A los 60 días el ritmo de crecimiento en los animales aumento, reportando mejor respuesta a la dieta 1 y 2; finalmente a los 90 días de estudio, la ganancia nuevamente se mantuvo a la baja, reportando ser menor en relación al periodo anterior para las dietas 1, 2 y 3 en referencia al periodo 2. En cuanto a la dieta 4 en lo que se refiere para esta etapa, se encontró a diferencia del resto de dietas un efecto positivo en el crecimiento, reportando una ganancia en relación al primero y segundo periodo de estudio, factor que representó un incremento del 33.33% en relación al periodo 2 pero un decremento de 28 g en relación al primer periodo evaluado que indica un 43.75 %

La ganancia de peso durante la primera fase de estudio fue superior en relación al resto de periodos y mediciones analizados, porque este se desvió a crecimiento de caparazón y plastrón (ancho y largo), sin embargo tal y como se representa (cuadro 12) el crecimiento nunca se detuvo, más bien la ganancia diaria de peso decreció en relación al crecimiento de caparazón y plastrón.

La cantidad de alimento que la tortuga consumió en un periodo de tiempo, fue un factor importante que siempre se tomo en cuenta en el presente ensayo, ya que se considero que este podría afectar de manera indirecta los parámetros medidos.

Conversión alimenticia

La conversión alimenticia en el primer periodo resultó a favor de la dieta 2, equiparándose estadísticamente a la dieta 1 o testigo, mismas que fueron diferentes a la dieta 3 y 4. Para el segundo y tercer periodo esta cambio drásticamente, arrojando conversiones que variaron de 3.79:1 a 11.56:1 resultando favorecida la dieta 1 inferior en 24.50, 45.47 y 56.54% para segundo periodo en lo que respecta a la dieta 2, 3 y 4 respectivamente, en cambio para la evaluación final los resultados son 32.66, 48.88 y 50.78% para los mismos tratamientos tal y como se puede apreciar en el cuadro 12, donde se observa la diferencia estadística ($P < 0.05$). entre dietas (Cuadro 11).

Cuadro 11. CONVERSION ALIMENTICIA EN CADA PERIODO DE TIEMPO

	30	días	60	días	90	días
Tratamiento	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
Tx1	28.50 ^a	9.24	45.34 ^a	8.24	51.76 ^a	16.39
Tx2	31.96 ^a	15.16	33.76 ^{ab}	16.35	35.05 ^{ab}	15.37
Tx3	19.16 ^{ab}	5.20	27.55 ^b	7.31	33.87 ^{ab}	9.18
Tx4	9.73 ^b	1.26	10.36 ^c	3.77	25.23 ^b	5.98

Tx1, Dieta comercial (tortuguetas); Tx2, Harina de pescado; Tx3, Pescado fresco; Tx4, Moscos de lagos alcalinos

Independientemente de que la conversión alimenticia favoreció a la dieta 1 comercial testigo (Tx1) en los dos primeros periodos analizados en el presente estudio, no garantiza que sea la mejor elección para la alimentación de tortuga orejas rojas (*Trachemys scripta elegans*), pues esta afecto sus

parámetros productivos y morfométricos, además de que la cantidad de MS consumida es mayor en relación a la gelatina.

Desperdicio

En cuanto al desperdicio el cuadro 12 en cierta medida refleja y soporta lo antes mencionado, ya que para favorecer un consumo voluntario, el alimento debe estar siempre disponible para los animales; sin embargo este no necesariamente es consumido en su totalidad ocasionando un mayor desperdicio, que en este estudio correspondió a la dieta 1. La cantidad de alimento rechazado fue mayor para los 60 y 90 días, a diferencia de las dietas en forma de gelatina alterándose así el factor de conversión pero sobretodo costo por concepto alimentación.

Cuadro 12. DESPERDICIO

Dieta	Días		
	30	60	90
Dieta testigo (Tortuguetas iniciación)	28.5	45.34	51.76
Harina de pescado	31.95	33.76	35.05
Pescado fresco	19.16	27.55	33.88
Moscas de lagos alcalinos	9.73	10.36	25.23

Costos

concepto alimentación para la dieta 1 fue de \$420.14, del cual las tortugas desperdiciaron un 51.76% lo que representa un costo real por alimento consumido de \$217.46, la dieta 2 en la cual se incluyó harina de pescado como fuente de proteína tuvo un costo de \$82.57 para este grupo el desperdicio

acumulado fue de \$35.05 representando un costo real de \$ 28.94, para la dieta 3 pescado fresco el costo total fue de \$50.45 con un desperdicio del 33.88% obtuvo un costo real de \$17.09 y finalmente la dieta 4 moscos de lagos alcalinos tuvo un costo de \$33.72 con un desperdicio de 25.23% el costo real fue de \$8.51. Resumiendo podemos mencionar que el costo de alimentación en relación a la conversión alimenticia será de: \$4781.19, 507, 400.68 y 323.68 lo que indica una reducción significativa ($P < 0.01$) por costo de alimentación.

Discusión

Los resultados encontrados por el tipo de proteína utilizada en la dieta de tortuga orejas rojas (*Trachemys scripta elegans*) sobre crecimiento del caparazón (largo y ancho) pudo ser debido a varias causas, entre las que se pueden considerar las siguientes:

- a) Falta de exposición a la luz ultravioleta, tal y como refiere Fabry 2005⁵³, quien indica que una falta de luz traerá consigo primeramente una baja en el consumo voluntario, seguido de un pobre aprovechamiento de nutrientes a nivel tracto gastrointestinal, además la falta de luz propiciara una deficiencia en la síntesis de vitamina D₃ misma que afectara de manera directa el aprovechamiento de calcio y este, el crecimiento del caparazón. El presente estudio no coincide con el autor, pues si esto fuera del todo cierto todos los animales hubieran presentado alteraciones en el crecimiento de su caparazón (largo y ancho), ya que durante el tiempo en el cual se realizo la prueba nunca recibieron luz solar directa y pese a esto hubo crecimiento en su caparazón. Sin embargo se puede observar que el lugar destinado para los animales conservo siempre la temperatura ideal y recibían calor mediante la ventana a través de la cual quizá penetraron radiaciones y el efecto manifestado en el caparazón pudo ser debido a otra causa^{55-57.63}

- b) Dietas pobres en Ca o con mala proporción Ca:P, tal y como refiere Jackson 1981³⁹, Mader 1996⁵⁶, entre otros autores consultados. Cada uno de ellos por su parte reporta que una deficiencia de Calcio mantenida por un largo periodo traerá consigo la enfermedad metabólica del hueso en donde se pueden ver involucrados varios trastornos nutricionales como hipoparatiroidismo secundario, osteoporosis, osteomalacia, osteodistrofia fibrosa e hipocalcemia. Cuadros que coinciden con la signología presentada en el presente estudio al comparar una dieta testigo con

varias dietas experimentales, pues al no llenar el Calcio dietético los depósitos de Ca en hueso, el caparazón se debilito presentando un crecimiento anormal, factor común en tortugas jóvenes ^{41,58}

En referencia al tratamiento 1, podemos mencionar que el crecimiento del caparazón se vio afectado ventralmente y en dirección a su línea media, además de presentar bordes en forma de cuchara lo que origino un caparazón atípico, al no presentar la curvatura clásica del mismo, coincidiendo para ello con los investigadores antes mencionados, en las tres etapas de medición y durante todo el periodo que duro la prueba. Podemos comentar que al ser los únicos animales que presentaron la anomalía en la formación del caparazón en referencia a las dietas en forma de gelatina, el efecto es completamente atribuible al alimento y perfil nutricional del mismo. ^{61,62}

- c) Espacio disponible en el tortugarío, la literatura menciona que una falta de espacio ocasiona un pobre crecimiento y deformidad en el caparazón tanto a lo largo como a lo ancho del mismo, sin embargo en el presente trabajo todos los animales fueron mantenidos bajo las mismas condiciones, por lo que se descarta que la causa de deformidad del caparazón fue debida a espacio. ^{8,42}

Un factor importante a considerar, aunque no fue el motivo del presente estudio es la disponibilidad de las fuentes minerales en la dieta, ya que si bien el tratamiento 1 comercial testigo contenía calcio, el alimento no indica cuanto ni la fuente disponible, además se cree este no cubrió de manera normal los requerimientos de los animales provocando deformación en el crecimiento del caparazón. Este superiormente está formado por 50 huesos, como resultado de la evolución de las costillas, vértebras y placas dérmicas mismas que requieren de elevada concentración de calcio en la dieta. ^{63,64}

CONCLUSIONES

Las dietas 2 y 3 (Harina de pescado y Pescado Fresco), en forma de gelatina utilizadas en el estudio mostraron resultados positivos, es decir, tuvieron un crecimiento de caparazón y plastrón así como ganancia de peso, su caparazón era brillante y verde, tuvieron una mayor aceptación del alimento y por lo tanto un menor desperdicio comparándolo con la dieta 1 comercial testigo (tortuguetas). Siendo la dieta 3 pescado fresco la de mejor aceptación.

El crecimiento de caparazón fue mayor en la dieta 1 comercial testigo (tortuguetas) resultando estadísticamente diferente de las dietas 2, 3 y 4, sin embargo esta dieta tuvo un crecimiento atípico (deformidades) el cual no se presentó en la dieta 3 pescado fresco, dieta 2 harina de pescado y dieta 4 moscos de lagos alcalinos. Aunque la dieta 1 comercial testigo (tortuguetas) tuvo estadísticamente una mayor ganancia de peso comparándola con la dieta 3 pescado fresco las tortugas presentaban problemas de sobrepeso. En cuanto a consumo de alimento y conversión alimenticia fue favorable para la dieta 1 comercial testigo (tortuguetas) no obstante también fue la que tuvo mayor desperdicio de alimento.

En cuanto a costos, las dietas presentadas en forma de gelatina son de menor precio en comparación con la dieta 1 comercial testigo (tortuguetas).

En la actualidad no se ha determinado con precisión el tipo de dieta para esta especie dulceacuícolas (*Trachemys scripta elegans*) por ello es importante trabajar en la alimentación de estos animales exóticos y/o no convencionales, en lo referente a las proteínas; ya que estas juegan un papel importante para la incorporación de músculo, reparación de tejidos, así como la producción de células nuevas; por eso las dietas 2 harina de pescado, 3 pescado fresco y 4 moscos de lagos alcalinos son una buena alternativa para estas especies de tortugas y se encuentren en óptimas condiciones de cautiverio.

BIBLIOGRAFIA

1. MORALES AH. Fauna silvestre en condiciones de cautividad doméstica en Costa Rica. Problemática y soluciones. Rev Biocenosis 19 (2): 2005
2. MOLL D. The ecology, Exploitation and Conservation of river turtles. Oxford University Press, 2004.
3. MEVEPA: Sociedad de médicos veterinarios especialistas en animales pequeños: Reproducción en Quelonios 1. CHILE [serial en línea] 2009 [citado 2009 Julio 7] Chile.
<http://www.mevepa.cl/modules.php?name=New&file=article&sid=696>
4. WALKER H. Y UWE A. El nuevo libro de las tortugas. Barcelona, España: Tikal, 1999.
5. MARRO VA, MILADA DC. Medicina de tortugas. Buenos Aires, Argentina: Prensa veterinaria .Argentina Buenos Aires Argentina, 1994.
6. MÁRQUEZ R. Las Tortugas Marinas y nuestro tiempo. La ciencia para todos. México, DF: FCE, SEP CONACYT, 2002.
7. FERRI V. El gran libro ilustrado de las tortugas. España:. Vecchi, 1991.
8. MULLER G. Tortugas terrestres y acuáticas en el terrario. Barcelona, España: Omega, 1995.
9. MERCHÁN FM. El maravilloso mundo de las tortugas. Barcelona, España: Antiquaria, 1995.
10. MERCHÁN F.M.El maravilloso mundo de las tortugas. Barcelona, España: Antiquaria, 1995.
11. MARK A M, TULLY NT. Manual of exotic pet. Practice. Elsevier inc. 2009.
12. AVARRI M, MILLEFARTI M. El gran libro de las Tortugas acuáticas y terrestres. Barcelona, España: De Vecchi ,2004.
13. PATTERSON J. Tortugas acuáticas americanas: Tortugas de orejas rojas y otras especies. Barcelona, España: Hispano Europea, 1995.
14. W. P. MARA. *Tortugas*: cuidados, crianza y variedades. Barcelona, España: Hispano Europeas, 1994.

15. WYNEKEN J. La anatomía de las tortugas marinas. National Oceanic and Atmosphere Administration USA: US Department of commerce, 2004.
16. WIESNER CS, IBEN C. Influence of environmental humidity and dietary protein on pyramidal growth of carapaces in African spurred tortoises. J. Anim Physiol and Anim Nutr. 2003;87,66-74.
17. SANTOS MT. La hipovitaminosis A, un problema médico común en Tortugas semiacuáticas del genero *Trachemys*. XV Simposium sobre fauna silvestre Gral. Manuel Cabrera Valtierra. Octubre 29-31, 1997
18. ÁVILA RL. Manejo medico y quirúrgico de los padecimientos más comunes de tortugas terrestres, semiacuáticas y marinas mantenidas en cautiverio (Tesis de licenciatura) México, DF: Universidad nacional Autónoma de México, 2003.
19. FOWLER ME. Zoo and Wild Animal. Medicine W.B.. USA: Saunders Co.,2003.
20. MC ARTHUR S, MEYER JC. Anatomy and physiology. In Mc Arthur S. turtles Ames Iowa, USA: 2004.
21. ÁVILA RL. Manejo medico y quirúrgico de los padecimientos comunes en tortuga terrestres, semiacuáticas y marinas mantenidas en cautiverio (Tesis de licenciatura) Estado de México: UAEM, 2003.
22. CAÑAMERO A. Dieta y enfermedades nutricionales.
<http://www.tortuga.iespana.es/>
23. FORBES AG, Limpus JC. A non-lethal method for the repetitive sampling of stomach contents from sea turtles. Wildlife research 1993; 20(3) 339-343.
24. WERSHOVEN WR, WERSHOVEN LJ. Stomach content analysis of stranded juvenile and adult green turtles in broward and palm beach counties, Florida. Australian: Journal of zoology, 1999.
25. Witherington EB. [Orientation of hatchling loggerhead turtles at sea off artificially lighted and dark beaches](#). How are hatchling sea turtles able, and unable, to locate the sea? Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. July 1991; 149 (1) 1-11.
26. RIVERA S. Exotic animal medicine for the veterinary technician in. Ballard B and Cheek R. Blackwell Publishing company, 2003.
27. SUN JY et al. Distribution and characteristics of endogenous digestive enzymes in the red-eared slider turtle, *Trachemys scripta elegans*. Comparative Biochemistry and Physiology, Part A 147 (1125-1129) 2007.

28. FOSTER SMITH. Reptile Supplies Feeding recommendations for turtles and tortoises 2008.1-5pp.
29. WISSMAN MA. Nutrition or turtles and tortoises, 2006.
www.exoticpetvet.net/reptile/index.html
30. BOOLOOTIAN S. Zoología. Biblioteca Científica Tecnológica. México, DF: Ciencia y técnica, S.A.,
31. <http://www.mundotortugas.com/Home/Enfermedades>
32. <http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/T10Enfermedades>.
33. CHEEKE, PR. Applied Animal Nutrition: Feed and Feeding. USA : Prentice Hall,1991.
34. ÁNGELES CSC, CORTÉZ SJM. Manual de Ingredientes de Utilidad en la Alimentación Animal y Algunas características microscópicas.México DF: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.Universidad Nacional Autónoma de México, 2009.
35. MORENO HLV. Alimentación y nutrición de Fauna Silvestre en cautiverio. Estudio recapitulativo (Tesis de licenciatura) Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Uiversidad Nacional Autonoma de México ,2002.
36. CHURCH DC, POND WG, POND KR. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. 2ª.ed. México, DF: UTEHA. Wiley, 2002.
37. CHURCH DC. Livestock Feeds and Feeding.USA: Prentice Hall, 1991.
38. GARNSWORTHY PC, WISEMAN J. Recent Advances in Animal Nutrition. Nottingham England: University Press, 1999.
39. JACKSON OF COOPER JE Nutritional diseases. Diseases of the reptilian Part 1 and 11 Compend cont ed Prac vet 122:124, 1981.
40. ARANDA MB. Reporte final de las principales actividades en el manejo de tortugas marinas en el parquet ecológico Xcaret; realización de una carta técnica radiológica en tortuga verde *Chelonyia mydas* de un año de edad (Tesis de Licenciatura) México, D.F: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México, 2005.

41. BOLTEN BA. Técnicas para la medición en tortugas marinas. EUA Grupo de especialistas en tortugas marinas UICN /CSE 2000
42. MATZ, G., VANDERHAEGE, M. *Guía del terrario, técnica, anfibios, reptiles*, . Barcelona España: Omega, 1979.
43. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists Vol 2 Edition 15th By Kenneth Helrich 1999
44. KUEHL OR: Diseño de experimentos 2 ed. 2001
45. STEEL DRG AND TORRIE HJ. Bioestadística; Principios y Procedimientos Mc Graw-Hill, 1990.
46. ALONSO PA, ALONSO PF, ORTIZ EV. Economía pecuaria. México, DF: Wanhri, 2007.
47. MADER DR. Reptile medicine and surgery. California, USA: Saunders ,USA,1996.
48. MADER DC. Metabolic bone disease in captive reptiles. Vivarium 2(4):12, 1990
49. FRYBE FL: Biomedical and Surgical Aspects of captive reptile husbandry, 2ª ed Melburne, FL, Krieger publishing Co. 1991 pp 46-59
50. BELLAIRS R., CURTIS ASG, SANDERS EJ: Cell adhesiveness and embryonic differentiation. J embryology exp Morph. Vol 46 pp 207-213 1978
51. H. BEYNON PETER AND E. COOPER. Manual de Animales Exóticos. Harcourt Brace de España, Madrid, Barcelona.
52. HILDEBRAND M. Anatomía y Embriología de los vertebrados. México: Limusa Noriega Editores, 1992.
53. FABRY OM. **¿Emergencias en reptiles? la emergencia lenta, o una aproximación a la verdad del paciente reptil crítico.** Congreso internacional 2005 Universidad mayor de chile MEVEPA, 2005.
54. FERRI V. El gran libro ilustrado de las tortugas. Barcelona, España: de Vecchi, 1997.

55. OZDEMIR B. TURKOZAN O. Carapacial scute variation in green turtle, *Chelonia mydas* Hatchlings in Northern Cyprus. Turk. J. Zool 30:(141-146) 2006
56. HAWAVISENTHI S. AND KOTAGAMA SW: Carapace scute variation in olive Ridley (*Lepidochelys olivacea*) hatchling from a turtle Hatchery in Sri Lanka. Proceeding Sri Lanka Assoc. Adumt. Sci. 45:75-76, 198
57. TURKOZAN O., LLGAZ C AND SAK S: Carapacial scute variation in loggerhead turtles, *Caretta caretta*. Zoology in the middle east. 24: 137-142, 2001
58. DOUGLAS M. Reptile Medicine and Surgery USA: WB Saunders Co.,1996.
59. VARELA, N. Enfermedades Relacionadas con la Tenencia y Manejo de Fauna Silvestre. . Vol 4, pp. 12-17, 2002.
60. MADER DC. Metabolic bone disease in captive reptiles. Vivarium 2(4):12, 1990
61. MARTHUS S AND WILKINSON JM Medicine and Surgery of tortoise and turtle USA: Blackwell, 2004
62. PRITCHARD P. Encyclopedia of turtles. USA: TFH Publications , 1986.
63. VARELA, N. Enfermedades Relacionadas con la Tenencia y Manejo de Fauna Silvestre. . Vol 4, pp. 12-17, 2002.
64. FERRI V. El gran libro ilustrado de las tortugas. Barcelona, España: de Vecchi, 1997.