



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOBRE LOS RECURSOS NATURALES INIRENA

“EFECTO MATERNAL SOBRE LOS PARÁMETROS
REPRODUCTIVOS Y ADECUACION DE LAS CRIAS
DE TORTUGA NEGRA (*Chelonia agassizii*)”

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS
EN LIMNOLOGIA Y ACUICULTURA

PRESENTA
C.P. LAURA MARIÑO REYES

DIRECTOR DE TESIS
M.C. CARLOS DELGADO TREJO

MORELIA, MICHOACÁN
MARZO 2014



RESUMEN

En este trabajo se evaluó la influencia del tamaño de las hembras de tortuga negra (*Chelonia agassizii*) sobre algunos aspectos reproductivos (tamaño de nidada, peso de la nidada, tamaño del huevo y peso del huevo) y la adecuación de las crías. Se analizaron 100 hembras anidadoras de tortuga negra a las cuales se les registró la Longitud Recta de Carapacho (LRC) y se correlacionó con los aspectos reproductivos mencionados. El tamaño corporal de las hembras se correlacionó significativamente con el tamaño de la nidada el peso de la nidada. El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre la Longitud Recta de Carapacho y el tamaño de la nidada y el peso de la nidada agrupados por rangos de tamaño.

La longitud recta de carapacho y el peso de las crías se tomaron como medidas de adecuación de estas ya que el tamaño esta correlacionado con las probabilidades de sobrevivencia de las crías. El LRC de las hembras no se correlacionó con el tamaño de las crías, ni con el peso de las mismas. Es probable que en la adecuación de las crías intervengan factores como la temperatura y la humedad del sustrato incubatorio que están directamente relacionados con el éxito en el desarrollo de las crías. La humedad de saturación de humedad del sustrato incubatorio de los nidos incubados, para las pruebas de adecuación de las crías, se correlacionaron positivamente con el tamaño de las crías, lo que sugiere que la humedad es un factor determinante el tamaño de las crías y por lo tanto de su adecuación.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo, podemos decir que el tamaño de las hembras de tortuga negra determina uno de los elementos de historia de vida de la tortuga negra como es el tamaño de la nidada, la cual se ajusta de acuerdo a las presiones de selección del área geográfica que habitan. El tamaño de las hembras de tortuga negra desde este punto de vista es muy importante en términos de valor reproductivo ya que las tortugas más grandes estadísticamente ponen más huevos y por lo tanto contribuyen de manera importante a la tasa de incremento de la población (r), El tamaño de las crías (LRCc), no está correlacionado con el tamaño de las hembras, por lo que su

adecuación depende de otros factores como la humedad y la temperatura del sustrato incubatorio en el que se desarrollan los huevos. Al parecer, la estricta selección de los sitios de anidación por parte de las hembras de tortuga negra en la playa de Colola, pueda ser una forma de adecuación indirecta de las crías al proporcionarles un sitio adecuado para maximizar el éxito del desarrollo de los huevos que incrementa la probabilidades de sobrevivencia de las crías en las primeras etapas del ciclo de vida de las crías.

PALABRAS CLAVES

Tortuga negra

Historia de vida

Adecuación

ABSTRACT

In this work the influence of size of female black turtle (*Chelonia agassizii*) on some reproductive traits (clutch size, clutch weight, egg size and egg weight) and the “fitness” of the offspring was evaluated. 100 black turtle nesting females to which they recorded the Straight Carapace Length (SCL) and correlated with reproductive traits mentioned were analyzed. The body size of females was significantly correlated with clutch size the weight of the clutch. Analysis of variance showed significant differences between Straight Carapace length and clutch size and weight of the clutch grouped by size ranges.

The straight carapace length and weight of pups were taken as measures of adequacy (fitness) of these because the size is correlated with the probability of survival of the offspring. The LRC females do not correlate with hatchlings size, and with the weight thereof. It is likely that the adequacy of offspring involving factors such as temperature and humidity of the substrate are directly related to the successful development of the offspring. The humidity moisture saturation of sand substrate incubated nests, for testing adequacy of pups, were positively correlated with litter size, suggesting that humidity is a factor the size of the offspring and therefore its adequacy.

According to the results obtained in this work, we can say that the size of the female black turtle determines an element of life history of the black turtle such as clutch size, which is adjusted according to the selection pressures of the geographic area they live. The size of the black turtle females from this point of view is very important in terms of reproductive value as statistically larger turtles lay more eggs and therefore contribute significantly to the rate of population increase (r) way , The hatchling size (LRCC) is not correlated with the size of females, so their suitability depends on other factors such as humidity and temperature of the sand substrate in which eggs develop. Apparently the strict selection of nesting sites by black females turtle beach Colola, can be a form of indirect fitness of offspring by providing a suitable site to maximize the successful development of eggs increases the chances of survival of offspring in the early stages of the life cycle of the offspring.

KEYWORDS

Black turtle
Life history
Fitness

INDICE GENERAL

Índice de figuras

Índice de tablas

Resumen

1. Introducción	1
2. Antecedentes	4
3. Objetivos	24
3.1 Objetivo general	24
3.2 Objetivos particulares	24
4. Área de estudio	25
4.1 Localización	25
4.2 Geología	25
4.3 Fisiografía	25
4.4 Clima	26
4.5 Vegetación	27
4.6 Descripción del área de reproducción	27
5. Métodos	29
5.1 Registro de humedad	30
5.2 Efecto maternal sobre la adecuación	31
5.3 Análisis de las crías	32
6. Resultados	35
6.1 Tamaño de las Hembras	35
6.2 Tamaño de nidada	35
6.3 Relación del tamaño de las hembras en relación a la adecuación de las crías (tamaño LRC y peso).	44
6.4 Porcentaje de humedad de los nidos muestreados	45
7. Discusión	48
8. Conclusiones	51
9. Literatura citada	53

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de las tortugas marinas.	4
Figura 2. Hembra de tortuga negra anidando en Colola.	5
Figura 3. El tamaño corporal afecta aspectos de la historia de vida.	6
Figura 4. Crías de tortuga marina ingresando al mar.	8
Figura 5. El tamaño de las crías está directamente relacionado con su sobrevivencia (foto Bill Cutsinger).	11
Figura 6. Esquema general de cuerpo de <i>Chelonia agassizii</i> (tomado de Pritchard 2000).	13
Figura 7. Hembra de tortuga negra (<i>Chelonia agassizii</i>).	14
Figura 8. Crias de tortuga negra.	15
Figura 9. Distribución de <i>Chelonia agassizii</i> en el pacifico oriental (tomado de Márquez 1990).	16
Figura 10. Juvenil de tortuga negra (foto Jeff Seminoff).	17
Figura 11. Cría de tortuga golfinia emergiendo en su nido (foto Bill Cutsinger).	18
Figura 12. Área de anidacion de tortuga negra (<i>Chelonia agassizii</i>) en Michoacán.	25
Figura 13. La playa de Colola vista desde la parte Oeste.	27
Figura 14. Panorámica de la playa de Colola vista desde su lado Este.	28

Figura 15. Registro de tamaño de las hembras (Longitud Recta de Carapacho).	30
Figura 16. Vivero de incubación en la playa de Colola.	30
Figura 17. Secado de arena en horno para determinar porcentaje de humedad.	31
Figura 18. Determinación del porcentaje de humedad por la técnica de McGhee (1979).	32
Figura 19. Crías de tortuga negra obtenidas en vivero.	34
Figura 20. Distribución de tamaño corporal de 100 hembras de tortuga negra.	35
Figura 21. Distribución de tamaño de la nidada de 100 nidos de tortuga negra, promedio de tamaño de nidada 72.8 huevos por nido.	36
Figura 22. Diagrama de dispersión entre el tamaño de la hembra (LRC) y el tamaño de la nidada.	36
Figura 23. Grafica del análisis de varianza entre el tamaño de las hembras y el tamaño de la nidada por rangos de clase de tamaño. El tratamiento 1 corresponde a la clase de 61-70cm, el tratamiento 2 a la clase 71-80cm, el tratamiento 3 a la clase 81-90cm y el tratamiento 4 a la clase de tamaño 91-100cm de LRC.	37
Figura 24. Diagrama de dispersión entre la longitud recta de carapacho y el peso de la nidada de tortuga negra.	39
Figura 25. Grafica de análisis de varianza entre el peso de la nidada con diferentes clases de tamaño de LRC de hembra de tortuga negra. El tratamiento 1 corresponde a la clase 61-70cm y el tratamiento 2 a la clase 71-80cm, el tratamiento 3 a la clase 81-90cm y el tratamiento 4 a la clase de tamaño 91-100cm de LRC.	40
Figura 26. Diagrama de dispersión del huevo con la longitud recta del carapacho de las hembras.	41

Figura 27. Grafica de análisis de varianza entre el tamaño de los huevos y el tamaño de las hembras (LRC). El tratamiento 1 corresponde a la clase 61-70cm y el tratamiento 2 a la clase 71-80cm, el tratamiento 3 a la clase 81-90cm y el tratamiento 4 a la clase de tamaño 91-100cm de LRC.	42
Figura 28. Diagrama de dispersión entre el peso del huevo y el tamaño de las hembras (LRC).	43
Figura 29. Porcentaje de saturación de humedad obtenido en los sitios de trasplante de nido en vivero de Colola.	45
Figura 30. Diagrama de dispersión entre el tamaño de las crías (LRC) y el porcentaje de humedad de saturación del sustrato incubatorio.	47

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores promedio de historia de vida obtenidos de siete especies de tortuga marina. Fuente Buskirk y Crowder, 1994.	9
Tabla 2. Tamaño de nidada por clase de tamaño.	37
Tabla 3. La prueba de significancia de medidas de Turkey proporciono la siguiente matriz de probabilidad en la que se señalan las diferencias significativas entre los diferentes tamaños de nidada correspondiente a diferentes tamaños de LRC (tratamientos).	38
Tabla 4. Matriz de probabilidad de Turkey en la cual se muestran las diferencias significativas del peso de la nidada y las diferentes clases de tamaño de LRC.	40
Tabla 5. Matriz de probabilidad de Turkey en las que se observan las diferencias en el diámetro de los huevos de diferente clases de tamaño de hembras anidadoras de tortuga negra.	42
Tabla 6. Datos obtenidos de 30 hembras sus nidadas y sus crías.	46

1. INTRODUCCIÓN

El tamaño de un individuo es el aspecto importante de su historia de vida de un organismo, este varía de taxón a taxón, de población a población y de individuo a individuo. El tamaño grande de un individuo puede favorecer la habilidad competitiva o incrementar su éxito como depredador. También puede ser un factor determinante para las características reproductivas como es tamaño de la nidada y tamaño de las crías. El tamaño del cuerpo afecta la morfología y fisiología de un individuo así como sus características de historia de vida (Benabib,1993).

Una buena parte de las variaciones de historia de vida en los mamíferos y en los reptiles puede ser atribuida a la filogenia y al tamaño del cuerpo (Stearns, 1983,1984).

El tamaño del cuerpo tiende a incrementar la sobrevivencia de los organismos grandes que trae como consecuencia mayor descendencia, está sería una ventaja pero también una desventaja debido a que hay depredadores que prefieren presas más grandes (Benabib,1993).

El tamaño de la nidada puede verse modificado a restricciones impuestas por factores mecánicos relacionados con algunos hábitos o estilos de vida.

Una hipótesis formulada por Cody (1966) sostiene que el tamaño de la nidada está determinado por un balance entre la asignación de recursos limitados a la competencia, la evasión de depredadores y reproducción. El autor argumenta que en ambientes estacionales, principalmente en las altas latitudes, las nidadas serán más grandes que en ambientes no estacionales como los trópicos. Esto se debe a que en ambientes estacionales, la mortalidad debida a factores denso-dependientes, provocan una disminución de la población, de tal forma que cada vez que la población se reduce, la competencia por los recursos disminuye, y la cantidad de energía que cada individuo puede dedicar a la reproducción aumenta.

En ambientes no estacionales, en los que las poblaciones se encuentran constantemente cerca de la capacidad de carga del sistema, la competencia es mayor, y la presión de selección favorece entonces crías más competitivas y no tamaños grandes de nidada. La evolución del tamaño de la nidada puede verse modificado debido a restricciones impuestas por factores mecánicos relacionados con algunos hábitos o estilos de vida de los organismos (Benabib, 1993).

Burskirk y Crowder (1994) mencionan que las especies grandes tienden a poner huevos grandes los cuales producen crías grandes al igual que más nidadas.

En cuanto a las crías al nacer generalmente está relacionada con su adecuación, ya sea porque aumenta su supervivencia, o su tasa de crecimiento, esta última debido a que una cría más grande compite más eficazmente por el alimento.

El tamaño grande de las crías también implica que lleguen a la madurez a una edad más temprana.

Es importante conocer si el tamaño de la nidada, el tamaño de la cría y el peso de los huevos son determinados por el tamaño de las hembras anidadoras de tortuga negra o influyen factores externos como son la temperatura y la humedad.

En cuanto a las crías al nacer generalmente está relacionada con su adecuación, ya sea porque aumenta su supervivencia, o su tasa de crecimiento, esta última debido a que una cría más grande compite más eficazmente por el alimento.

El tamaño grande de las crías también implica que lleguen a la madurez a una edad más temprana.

Las playas de Colola y Maruata en Michoacán forman parte del sistema de reservas naturales para la conservación de las tortugas marinas en México. Estas playas representan el área mas importante para la reproducción y anidación de la tortuga negra (*Chelonia agassizii*), tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), y tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), (Delgado, 1990). La temporada de anidamiento varía de acuerdo al lugar. En Michoacán la anidación ocurre entre Agosto y Enero, presentándose el mayor número de anidamientos en Octubre y Noviembre. Las

hembras en Michoacán anidan típicamente cada dos o tres años y depositan entre una y siete nidadas por temporada en intervalos de 12-14 días.

2. ANTECEDENTES

Historias de vida en tortugas marinas

Todas las especies de tortuga marina poseen una estrategia de sobrevivencia en particular, las tortugas marinas pasan el mayor tiempo de su vida en el agua y los únicos periodos de tiempo que ellas pasan en tierra son en la etapa de crías y cuando las hembras regresan a la playa a depositar sus huevos (fig. 1); estos dos breves momentos del ciclo de vida, son vitales para su éxito reproductivo, para la conservación y el conocimiento de su biología (Mrosovsky, 1983).

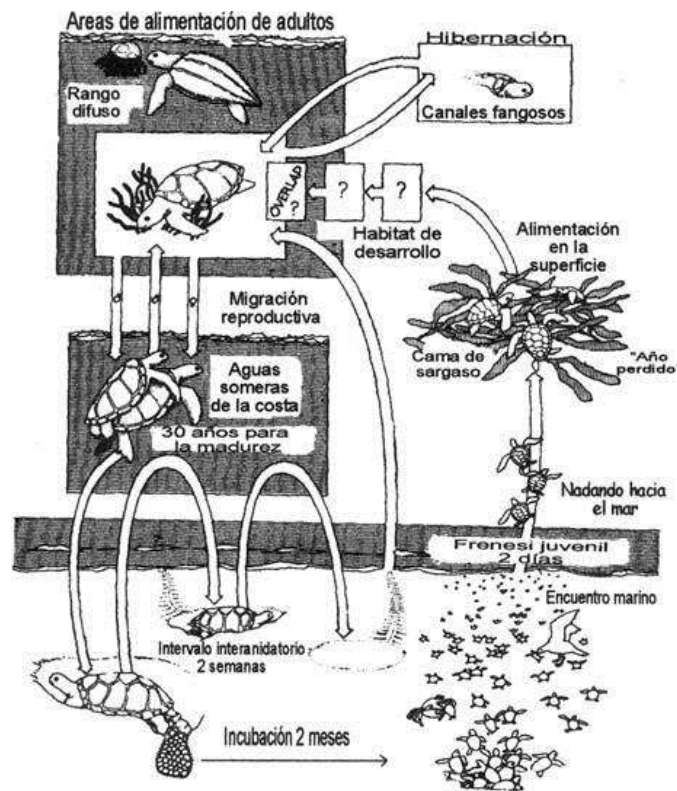


Figura 1. Ciclo de vida de las tortugas marinas

La reproducción en tortugas marinas (*Cheloniidae* y *Dermocheliidae*) ocurre dentro de tres formas generales, primero: la nidación puede ocurrir durante condiciones que son conducidas por “actividad adulta”, segundo: la nidación puede ocurrir

durante condiciones las cuales facilitan el desarrollo embrionario y la sobrevivencia y Tercero: las crías pueden emerger dentro de condiciones que son “conducidas por su sobrevivencia”.

Todas las especies de tortuga marina exhiben 1) reproducción itereópara con excepción posiblemente de la tortuga lora (*Lepidochelys kempi*). 2) comportamiento anidatorio estereotipado, 3) la puesta de un número relativamente grande de huevos varias veces durante el periodo reproductivo, y 4) una relativamente fuerte fijación por el sitio de nidación, estas características juntas, conforman dentro de un contexto ecológico, una estrategia reproductiva exitosa (Miller, 1996 en Lutz y Musick, 1996)(fig.2).



Figura 2. Hembra de tortuga negra anidando en Colola.

Tamaño corporal

El tamaño de un individuo es quizá el aspecto más aparente de la historia de vida de un organismo, este varía de taxón a taxón, de población a población y de individuo a individuo. El tamaño grande de un individuo puede favorecer la habilidad competitiva, o incrementar su éxito como depredador o disminuir su

vulnerabilidad a la depredación. Los individuos grandes también pueden mantener de mejor forma el equilibrio funcional del cuerpo de cara a la variación ambiental.

Todos estos factores tienden a incrementar la sobrevivencia de los organismos grandes además que los individuos grandes usualmente producen mayor descendencia. El tamaño, sin embargo, puede incrementar algunos riesgos, los grandes árboles pueden caer con mayor probabilidad durante ventarrones y existen muchos estudios en los cuales los depredadores exhiben una preferencia por las presas grandes.

El tamaño del cuerpo afecta la morfología y la fisiología de un animal, así como sus características de historia de vida. Cuando se toma en cuenta el tamaño del cuerpo, quedan a la vista ciertos patrones cualitativos y cuantitativos de las variables de historia de vida (Lindstedt y Sawin, 1988).

Una buena parte de la variación de los caracteres de historia de vida en los mamíferos y en los reptiles puede ser atribuida a la filogenia y al tamaño del cuerpo (Stearns, 1983,1988) (fig.3).



Figura 3. El tamaño corporal afecta aspectos de la historia de vida.

Si el tamaño del cuerpo juega un papel tan importante, es interesante saber si algo de la variación en las características de la historia de vida representa coadaptación y no simplemente una restricción fisiológica, y si los caracteres de historia de vida son arrastrados de manera alométrica cuando hay selección sobre el tamaño del cuerpo (Boyce, 1988).

Todos los organismos incrementan su tamaño a través el crecimiento, un tamaño en particular puede ser alcanzado por crecimiento rápido, por crecimiento por largo tiempo o por la combinación de estos. El desarrollo, por otro lado, es un diferenciación progresiva de partes, que concede a un organismo hacer cosas diferentes en diferentes estados de su historia de vida. En muchos organismos, el crecimiento y el desarrollo ocurren simultáneamente. Un desarrollo rápido puede ser benéfico debido a que puede iniciarse rápidamente la reproducción, como por ejemplo en individuos que poseen generaciones de corta duración, esto resulta en altas tasas de incremento de la población. Por otro lado, la interrupción del desarrollo (dormancia o diapausa) pueden ser benéficas si un organismo pasa por periodos desfavorables durante este periodo de su vida (Begon, 1986).

Todas las especies de tortuga marina tienen adultos con tamaños grandes de cuerpo, un largo periodo de maduración y ponen grandes nidadas de huevos relativamente pequeños relacionados con otras tortugas acuáticas (Wilbur y Morin, 1988).

Presumiblemente, las tortugas marinas evolucionaron este patrón reproductivo en respuesta a la alta e impredecible mortalidad durante los estadios de huevo y cría. Poner muchos huevos pequeños en diferentes nidadas, evita destinar una gran proporción del esfuerzo reproductivo de la hembra en una sola descendencia lo cual no es deseable debido a que cada individuo de la descendencia tiene alta probabilidad de perecer (Buskirk y Crowder, 1994) (fig. 4).



Figura 4. Crías de tortuga marina ingresando al mar.

En un estudio comparativo de los rasgos de historia de vida de 96 poblaciones de siete especies de tortuga marina (*Dermochelys coriacea*, *Lepidochelys olivacea*, *Lepidochelys kempii*, *Caretta caretta*, *Chelonia mydas*, *Natator depressus* y *Eretmochelys imbricata*) Buskirk y Crowder (1994) confirmaron los valores promedio de algunos rasgos de historia de vida para cada especie: *Dermochelys coriacea* (tortuga laúd) es la especie más grande y pone los huevos mas grandes pero sus nidadas son pequeñas sin embargo el número de nidadas por año es alto; El tamaño del cuerpo y el tamaño de nidada para *Caretta caretta* (tortuga caguama o cabezona) y *Chelonia mydas* (tortuga verde) tienen valores intermedios. *Natator depressus* (tortuga aplanada) tiene nidadas relativamente pequeñas pero huevos grandes (Buskirk y Crowder, 1994).

En el estudio de Buskirk y Crowder (Op.cit.) se determinó que las especies que ponen grandes nidadas tienen huevos pequeños y crías pequeñas, tampoco fue raro encontrar que un alto esfuerzo reproductivo no está correlacionado con grandes nidadas o huevos grandes, pero si, con una alta frecuencia de nidos por temporada.

Tabla1.- Valores promedio de historia de vida obtenidos de siete especies de tortuga marina. Fuente Buskirk y Crowder, 1994.

Especies	Numero Poblaciones	Carapacho hembra (cm)	Tamaño de nidada (huevos)	Carapacho de la cría (mm)	Frecuencia de nidada (nidos/año)	Intervalo remigratorio (años)
<i>Dermochelys coriacea</i>	13	148.7	81.5	60.1	6.17	2.28
<i>Chelonia mydas</i>	26	99.1	112.8	50.1	2.93	2.86
<i>Natator depressus</i>	7	90.7	52.8	60.0	2.84	2.65
<i>Lepidochelys kempii</i>	1	64.6	110.8	42.0	1.80	1.50
<i>Lepidochelys olivacea</i>	11	66.0	109.9	43.3	2.21	1.70
<i>Eretmochelys imbricata</i>	17	78.6	130.0	41.3	2.74	2.90
<i>Caretta caretta</i>	21	87.0	112.4	43.8	3.49	2.59

TAMAÑO DE LA NIDADA

Existen por lo menos cinco hipótesis sobre la evolución del tamaño de la nidada o camada (Stearns, 1976). La primera es que la capacidad fisiológica del organismo determina el número de crías que produzca. La segunda, aplicada para el caso de las aves, argumenta que ponen el número de huevos que pueden cubrir para ser incubados. La tercera hipótesis argumenta que el tamaño de la nidada es ajustado utilizando información recibida a través de mecanismos sociales para balancear el nivel prevalente de mortalidad y producir el tamaño óptimo de la población (Wynne-Edwards, 1962).

En las aves, los padres producen el tamaño de nidada que resulta en el mayor número de crías que sobreviven hasta la madurez, hay un tamaño de nidada óptimo para cada situación ecológica, determinado principalmente por la cantidad de alimento que los padres pueden traer a las crías (Lack, 1947, 1948, 1954).

Una hipótesis formulada por Cody (1966), sostiene que el tamaño de la nidada está determinado por un balance entre la asignación de recursos limitados a la competencia, la evasión de depredadores y la reproducción. El autor argumenta que en ambientes estacionales, principalmente en las altas latitudes, las nidadas serán mas grandes que en ambientes no estacionales como los trópicos. Esto se debe a que en ambientes estacionales, la mortalidad debida a factores denso-dependientes provoca una disminución de la población, de tal forma que cada vez que la población se reduce, la competencia por los recursos disminuye, y la cantidad de energía que cada individuo puede dedica a la reproducción aumenta.

La evolución del tamaño de la nidada puede verse modificado debido a restricciones impuestas por factores mecánicos relacionados con algunos hábitos o estilos de vida de los organismos (Benabib, *Op. cit.*).

TAMAÑO DE LAS CRÍAS

El tamaño de las crías generalmente está relacionado con su adecuación ya sea porque aumenta su supervivencia, o su tasa de crecimiento, esta última debido a que una cría más grande compite más efectivamente por el alimento. El tamaño grande de las crías también implica que lleguen a la madurez a una edad más temprana. El tamaño de los propágulos, ya sean huevos o crías también está relacionado con la ocurrencia de los cuidados paternos (fig. 5). Las especies que protegen a sus crías producen propágulos más grandes que las especies que no lo hacen (Benabib, *Op.cit.*).



Figura 5. El tamaño de las crías está directamente relacionado con su supervivencia (foto Bill Cutsinger).

El tamaño de los propágulos ha evolucionado en respuesta a las tasas relativas de supervivencia durante las etapas de propágulo y las etapas posteriores. Así la selección natural debería favorecer el aumento en el tamaño de los huevos cuando los huevos son una etapa con poca mortalidad (Shine, 1978, 1989).

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE.

Chelonia agassizii (Bocourt, 1868).

Nombres comunes: tortuga prieta, negra, sacacillo, parlama, torita. Morfología. El carapacho oval lateralmente escotado en el tercio posterior. La cabeza mediana y chata, con un par de escamas prefrontales, pico córneo filoso y aserrado en sus bordes. Carapacho con 13 escudos mayores yuxtapuestos: cinco costales y cuatro pares laterales, el par anterior no está en contacto con el escudo precentral. El plastrón con cuatro escudos inframarginales en cada puente, sin poros. Con una uña en el borde anterior de cada aleta. La siguiente información corresponde al estado de Michoacán, el Golfo de California y la península del mismo nombre (Márquez, 1990).

Carapacho: forma acorazonada y con escotadura posterior en adultos; no aserrado; comúnmente tectiforme (en forma de tienda de campaña) y aplanada en

el perfil anterior; cuatro pares de escudos costales; longitud recta del carapacho (LRC) hasta unos 90 cm. Cabeza: redondeada anteriormente; ancho hasta 13 cm; un par de escamas prefrontales, número más común de escamas portorbitales es cuatro, seguido por tres pares. Extremidades: aletas relativamente más largas que en otras poblaciones del complejo *C. mydas*; una uña en cada aleta. Coloración: dorsalmente negras en las crías, permaneciendo oscuras durante todo el ciclo vital, aunque en adultos puede ser uniformemente negro arriba o con manchas negras u otras marcas sobre un fondo grisáceo; ventralmente blanca en crías pero en pocas semanas o meses se transforma a gris. Distribución: Océano Pacífico Oriental. Peso: hasta unos 120 kg. (70 kg en promedio) (Pritchard, 2000) (fig. 6)(fig.7).

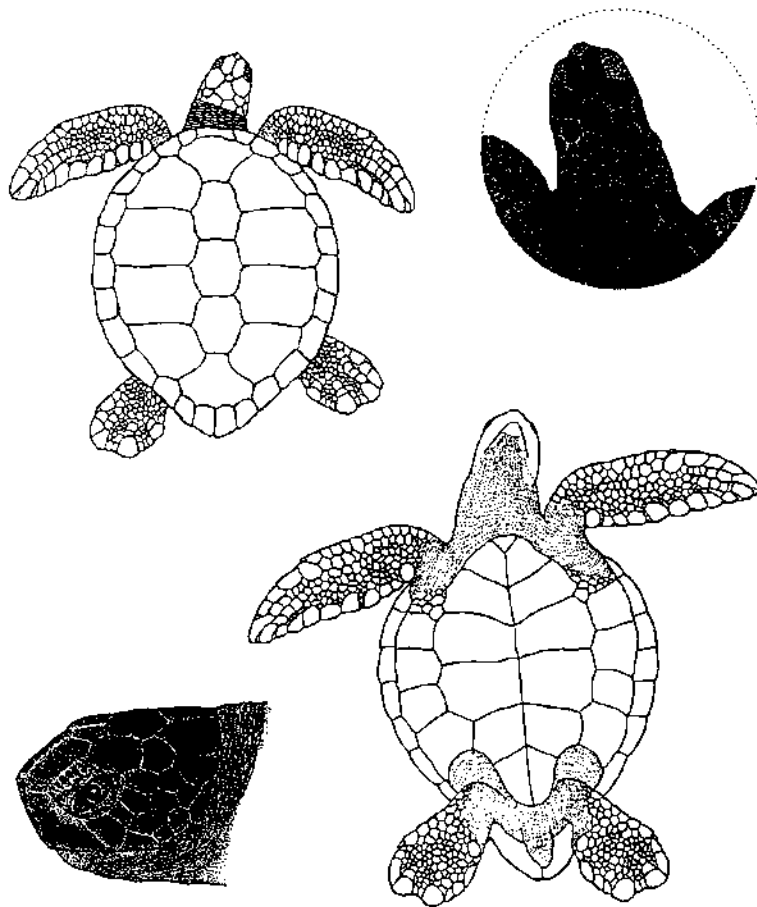


Figure 6. Black turtle (*Chelonia* sp.).
Carapaces base-chorded and externally covered in adults; not serrated; often tectiform (tent-shaped) and flat-topped in

Figura 6. Esquema general del cuerpo de *Chelonia agassizii* (tomado de Pritchard, 2000).



Figura 7. Hembra de tortuga negra (*Chelonia agassizii*).

Color. Las crías dorsalmente son café oscuro casi negro, con márgenes muy claros, ventralmente crema, casi blanco con las puntas de las aletas oscurecidas. Los adultos tienen el dorso casi negro, brillante (fig.8)(verdoso mate cuando tienen crecimientos de algas verdes filamentosas), con manchas de tono gris verdoso jaspeado, en forma radial o irregular; en ocasiones de colores brillantes verdes, cafés, amarillentos y rojizos, particularmente juveniles y preadultos; la cabeza y las aletas casi siempre son negras. Ventralmente van de crema al gris verdoso, por lo general con manchas difusas e irregulares colores azul-verdoso, más oscuros en las aletas.



Figura 8. Crías de tortuga negra.

Dimensiones. Huevos: diámetro promedio de 41.6 mm (N=70), con un peso de 39.6 g (N=67). Los nidos varían de 47 a 145 huevos y un promedio de 75 (N=1560). Crías: longitud media del carapacho de 46.6 mm (N=101), con un peso de 21.8 g (N=101). Adultos: longitud del carapacho (en línea recta) de 70.5 a 96.0 cm., con un promedio de 77.5 cm. (N=388). Peso de 36.4 a 126kg, promedio de 52.2 Kg. (N=388).

Distribución Márquez (1990). La tortuga negra es común desde el centro de la Península de Baja California y el Golfo de California, hasta el norte de Perú, con áreas de concentración en el Golfo de California, centro de México (de Michoacán al Istmo de Tehuantepec), El Salvador-Nicaragua (Golfo de Fonseca), el suroeste de Colombia, Ecuador (islas Galápagos y zona continental) y en el norte de Perú (Península de Paracas). También está presente en las islas Revillagigedo, México y posiblemente en las islas de Cocos, Costa Rica y Malpelo, Colombia. En temporadas muy cálidas pueden observarse hasta Colombia, Canadá y Coquimbo, Chile. De acuerdo con el doctor Thomas Fritts y Peter Dutton, hay una pequeña colonia no reproductora recientemente asentada cerca del afluyente de una termoeléctrica en la bahía de San Diego, California, EUA (fig.9).

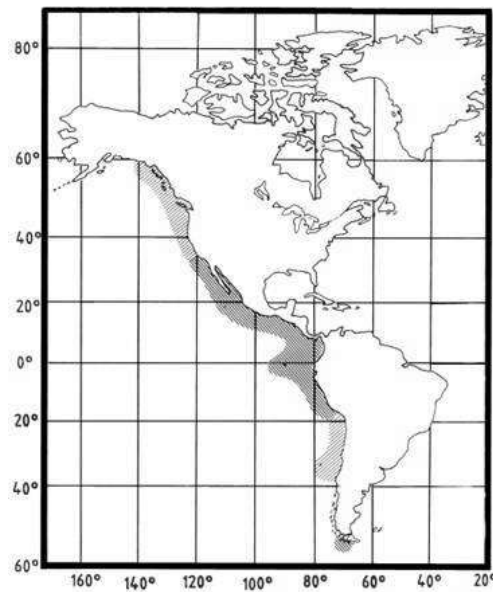


Figura 9. Distribución de *Chelonia agassizii* en el Pacífico oriental (tomado de Márquez, 1990).

Esta especie tiene varias zonas de reproducción y las más importantes se encuentran en el estado de Michoacán, México, en las conocidas playas de Colola y Maruata. También se informa de importantes anidaciones en lugares como las islas Revillagigedo en México, las islas Galápagos en Ecuador, el Golfo de Fonseca en El Salvador y la isla de Cañas, Panamá. La época de reproducción, generalizando, va de julio a octubre o noviembre.

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Reino: Animalia

Filum: Chordata

Subfilum: Vertebrata

Clase: Reptilia

Subclase: Anapsida

Orden: Testudinata

Familia: Cheloniidae

Género: Chelonia

Especie: *Chelonia agassizii* (Bocourt, 1868)(fig. 10)



Figura 10. Juvenil de tortuga negra (foto: Jeff Seminoff)

Efecto maternal en el tamaño de las crías de tortuga marina.

El tamaño es una característica inherentes de grados particulares de organización (los insectos son pequeños etc.) incluso existe una fuerte correlación positiva entre el tamaño del cuerpo de individuo y su tiempo generacional (Boner, 1965) y al mismo tiempo una fuerte correlación negativa entre el tamaño del cuerpo y la tasa de incremento de la población (r) (Flenchel, 1974). El tamaño por si mismo, tiene una influencia importante en las características de historia de vida y un posible mecanismo a través del cual esta influencia del tamaño puede actuar, ha sido sugerida por Southwood (1976 en Begon y Mortimer, 1981). A medida que disminuye el tamaño, la tasa de metabolismo por unidad de peso se incrementa

(Flenchel, 1974) teniendo como consecuencia una disminución en el tiempo generacional y en consecuencia el tamaño de un individuo esta fuertemente correlacionado y tiene más influencia con los rasgos de historia de vida del mismo (Begon y Mortimer, 1981)(fig. 11).



Figura 11. Cría de tortuga golfina emergiendo en su nido (foto Bill Cutsinger).

Todas las especies de tortuga marina alcanzan tamaños grandes de cuerpo cuando son adultos, tienen un largo período de maduración y ponen grandes nidadas de huevos pequeños en relación a otras tortugas acuáticas (Wilbur y Morrin, 1988 en Buskirk y Crowder, 1994). Presumiblemente las tortugas marinas evolucionaron este patrón reproductivo en respuesta a la alta e impredecible mortalidad en los estadios de huevo y crías. Poner muchos huevos pequeños en varias nidadas evita destinar una proporción grande de esfuerzo reproductivo de la hembras en una sola descendencia, lo cual es indeseable debido a que cada individuo de la descendencia tiene altas probabilidades de perecer (Buskirk y Crowder, 1994).

Buskirk y Crowder (1994) encontraron que en las siete especies de tortuga marina muchas de las características reproductivas varían con el tamaño del cuerpo. Especies grandes tienden a poner huevos grandes de los cuales producen crías

grandes. Especies grandes también ponen más nidadas por año e invierten un esfuerzo reproductivo importante.

Quizás la conclusión más importante sobre el tamaño de las tortuga por Buskirk y Crowder (1994), fue que las siete especies de tortuga marina pueden ser clasificadas dentro de dos grupos de acuerdo a la fecundidad media y las características de los neonatos: Grupo 1, conformada por la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) y la tortuga plana de Australia (*Natator depressus*) con nidadas pequeñas huevos grandes y crías grandes; Grupo 2, conformado por la tortuga verde (*Chelonia mydas*), la tortuga caguama (*Caretta caretta*), la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y la tortuga golfina y lora (*Lepidochelys olivacea* y *Lepidochelys kempii*) con grandes nidadas, huevos pequeños y crías de tamaño pequeño.

Se ha reportado una relación positiva entre el tamaño del cuerpo de hembras reproductoras y el tamaño de la nidada en la mayor parte de las tortugas marinas, sin embargo esta relación puede ser ambigua en especies que típicamente ponen pocos huevos por nidadas (Moll, 1979). Esta correlación positiva entre el tamaño de las hembras y el tamaño de la nidada ha sido reportado para *Chelonia mydas* (Ehrhant, 1982; Hirth, 1980), sin embargo, no existen evidencias claras de que existan una relación lineal entre el tamaño de las hembras y el tamaño de la nidada es la tortuga caguama o cabezona (*Caretta caretta*) (Hirth 1980). Por otro lado, Frazer y Richardson (1986) encontraron una relación positiva entre el tamaño de las hembras y el tamaño de la nidada en *Caretta caretta*, Little Cumberland Island, Georgia E.U.

En tortuga negra (*Chelonia agassizii*), no se encontró una relación clara entre el tamaño de las hembras anidadoras y el tamaño de la nidada (Alvarado *et al.*, 1989).

Las categorías en el tamaño de la tortuga verde *Chelonia mydas* son definidas de la siguiente manera (la longitud del carapacho es estandarizada de acuerdo a la longitud recta del carapacho) (Hirth, 1997).

Crías – Comprende las primeras semanas de vida, aún se presenta la cicatriz del cordón de la yema.

Juveniles- A partir de los 40 cm de longitud de carapacho, esta etapa es básicamente carnívora (u omnívoras), etapa pelágica.

Subadultos- De 41 cm de longitud hasta el comienzo de la madurez sexual, aproximadamente de 70 a 100 cm de longitud de carapacho, dependiendo de la población.

Adultos- De la madurez sexual, tamaños mayores de 70 a 100 cm de longitud, dependiendo de la población. La talla de madurez sexual para los machos es aparentemente similar a la de las hembras.

Pinckney (1990) obtuvo medidas del tamaño de la hembra, de huevo y crías de una población de *Caretta caretta*, en el período de 1982 a 1983. Analizó una matriz de 12 datos para observar el grado de correlación de las diferentes etapas en la historia de vida para esta especie. El volumen total de los huevos mostró una correlación mayor con el tamaño de la madre, que el tamaño de la nidada o el huevo, lo que sugiere que el volumen total del huevo, es una buena medida, que destina a la reproducción.

Las tasas de crecimiento pueden influir en el tamaño a la que ocurre por primera vez la reproducción y en consecuencia afecta el tamaño y el número de la descendencia que la hembra puede producir.

Debido a que las tasas de crecimiento pueden afectar la adecuación, la identificación de los factores que influyen las tasas de crecimiento son críticos para el entendimiento de la evolución de las historias de vida (Bernardo, 1993)

La significancia ecológica y evolutiva de la relación positiva entre el tamaño de la descendencia y el tamaño del cuerpo de la madre aún no es clara. El tamaño del huevo puede incrementarse con el tamaño del cuerpo materno como un artefacto del incremento en el tamaño del ovario (Iverson y Byrd, 1993).

El incremento en el tamaño de la descendencia y la sobrevivencia con el incremento del tamaño del cuerpo materno y la edad, puede maximizar el éxito reproductivo y mantener una ventaja selectiva de la madurez sexual tardía, sin embargo, la relación entre tamaño del huevo, tamaño de la cría, tamaño de cuerpo materno y edad debe de ser cuidadosamente demostrado (Congdon y Gibbons, 1990^a).

Correlaciones entre el tamaño de las crías y el tamaño del cuerpo materno han sido menos claras en el caso de tortugas. El tamaño del cuerpo materno puede ser positivamente correlacionado con el tamaño del huevo dando un rango suficiente de variación en cada variable (Iverson y Byrd, 1993).

Una correlación positiva entre el tamaño del huevo y el tamaño de la madre ha sido frecuentemente reportada en tortugas de agua dulce. Congdon y Gibbons, 1985).

De acuerdo a los estudios de Rowe (1995), existe una correlación entre el tamaño del cuerpo de la madre con la masa de los huevos y la masa de las crías dentro de algunas poblaciones de la tortuga *Chrysemys picta belli* del oeste de Nebraska.

Sin embargo, en muchos casos la relación fue más clara con la masa de los huevos que con la masa de las crías esto debido probablemente a la gran

variación que se presenta en la masa de las crías en comparación con la variación que se presenta en la masa de los huevos. El mismo autor considera que el tamaño de crías (masa y largo de carapacho) está relacionado con el tamaño de huevo (masa, ancho, y largo). Un pequeño rango de variación en el tamaño de las crías es relativo al tamaño de huevo y un rango muy pequeño del tamaño del cuerpo de la madre (largo de carapacho y masa) al parecer descarta una correlación entre el tamaño del cuerpo de la madre y el tamaño de crías dentro de dos poblaciones, el mismo autor menciona que en otras dos poblaciones, el largo de carapacho de las crías, ancho de huevo, y largo de huevo aumenta con el largo de carapacho de la madre.

Se han realizado investigaciones de latitud con el tamaño de la nidada, o de la camada en algunos vertebrados. Estudios recientes acerca de las estrategias reproductivas de los reptiles, sugieren que existe variedad latitudinal ínter específica en el tamaño de la nidada y en el tamaño del huevo en tortugas (Moll, 1979, en Iverson y Byrd, 1993).

Congdon y Gibbons (1987, en Benabib, 1993) analizaron el incremento en el tamaño de huevo de tres especies de tortugas dulceacuícolas. En *Chrysemys picta* y *Deirochelys reticularia*, el tamaño de los huevos aumenta con el tamaño de la hembra, hecho que apoya la idea de que las hembras aumentan su adecuación al hacer máximo el tamaño de los huevos.

Benabib (1993) menciona que la masa relativa de la nidada (MRN) es el cociente del peso de los huevos producidos por una hembra en un evento reproductivo y el peso del cuerpo de la hembra.

Suazo y Alvarado, 1996 mencionan para la iguana verde (*Iguana iguana*) que el tamaño de la nidada depende del tamaño de la madre. También que el tamaño de la nidada se incrementa al ir aumentando la iguana de tamaño ya que se incrementa el espacio que tiene la iguana en la cavidad del cuerpo para albergar

los huevos. El tamaño de la madre tiene un efecto importante sobre el tamaño y peso de las nidadas y crías. Se ha encontrado una relación directa entre el tamaño de los huevos con el tamaño de las crías (entre mayor sea el huevo más grande será la cría).

Tucker y Moll (1997, en Tucker 2000) compararon estadísticamente la longitud de carapachos de las crías entre años debido a que consideran que la variación de rasgos de crías podría reflejar variación en el tamaño maternal.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General:

Evaluar la influencia maternal (tamaño de la hembra) sobre parámetros reproductivos y adecuación de crías de tortuga negra (*Chelonia agassizii*) en la playa de Colola en la costa de Michoacán.

3.2 Objetivos Particulares:

1. Determinar la influencia materna de hembras de tortuga negra sobre tamaño de las crías y otros aspectos de historia de vida (tamaño de nidada, peso de la nidada, tamaño del huevo, el peso del huevo).
2. Evaluar el efecto de la humedad el sustrato incubatorio sobre el tamaño y pesos de las crías de tortuga negra.

4. AREA DE ESTUDIO

4.1 Localización

El área de estudio queda comprendida dentro de la planicie costera de Michoacán (fig. 12), la cual forma parte del litoral Pacífico de México, la costa michoacana se localiza al Sur de la Sierra Madre del Sur, con una topografía accidentada a causa de su reciente emersión (Eoceno). Los límites de la línea costera son: Al Este el río Balsas y al Oeste el río Coahuayana, quedando el Océano Pacífico al Sur.

La zona costera del estado de Michoacán consta de aproximadamente 208 Km. de longitud. Esta zona se localiza al sur de la Sierra Madre del Sur y está ubicada dentro de tres municipios: Lázaro Cárdenas, Aquila y Coahuayana.



Figura 12. Área de anidación de tortuga negra (*Chelonia agassizii*) en Michoacán

4.2 Geología

El estado de Michoacán está asentado en la placa continental norteamericana, mientras que el piso del Océano Pacífico fuera de la costa se encuentra sobre la placa de Cocos. La placa de Cocos esta empujando hacia el Noroeste de 5 a 10.5 cm. por año contra la placa Norteamericana, la cual se mueve hacia el Oeste. La colisión de ambas placas ha determinado las principales características topográficas del área, esto ha llevado a la formación de la Sierra Madre del Sur y de una planicie costera muy angosta, así como de estrecha plataforma continental y una trinchera que alcanza grandes profundidades muy cerca de la costa.

4.3 Fisiografía

A lo largo del litoral se encuentran dos tipos principales de línea costera, una es regular y la otra irregular. En la mayor parte de Lázaro Cárdenas y Coahuayana se presentan estas costas regulares con playas largas, estuarios y Deltas de ríos, toda la costa correspondiente al municipio de Aquíla es irregular, ya que las montañas y colinas de la Sierra Madre del Sur penetran el océano. Las playas de Colola y Maruata, principales áreas de anidación de la tortuga negra (*Chelonia agassizii*), se encuentran en esta parte de la costa de Michoacán.

4.4 Clima

La costa Michoacana presenta un clima Aw"O (W)(i)'g, el cual es un clima cálido, el más seco de los subhúmedos, con lluvias en verano, con una canícula intraestival, y un porcentaje bajo de lluvia invernal; con oscilación térmica anual entre 5 y 7 °C, y una marcha anual de la temperatura tipo Ganges, la precipitación anual es de 600 a 800 mm. Y la época de lluvias corresponde de Julio a Septiembre (Correa 1974).

4.5 Vegetación

El tipo de vegetación dominante es el Bosque Tropical Caducifolio. La vegetación que presenta la costa del Estado de Michoacán, está compuesta por cinco tipos de asociaciones: Bosque Tropical Caducifolio, Bosque Tropical Subdeciduo, Manglares, Dunas costeras y Palmar (González,1981; en Delgado, 1990). La temporada de lluvias corresponde a los meses de Julio a Septiembre, con una precipitación anual de 600 a 800 mm. La temperatura media anual es de 23 a 28 C. Los suelos son de tipo regosol y litosol de textura gruesa (INEGI, 1985)

4.6 Descripción del área de reproducción

El área de reproducción de la tortuga negra (*Chelonia agassizii*) se encuentra entre el Faro de Bucerías (18°19'N y los 103°29'O) y el Delta del Río Nexpa (18°08'N y los 102°58'O) (Alvarado y Figueroa, 1989; en Delgado, 1990). Colola y Maruata son las playas mas visitadas por las hembras de tortuga negra, donde ocurre la mayor cantidad de desoves de esta especie (fig. 13).



Figura 13. Playa de Colola vista desde la parte Oeste

La playa de Colola se localiza a los 18°19'N y los 103°26'O. Se extiende a lo largo de 4.8 Km. y tiene una anchura promedio de 150 metros. La plataforma media carece de vegetación con excepción de pequeños manchones de *Distichlis spicata*. En el límite de la playa opuesto a la orilla del mar se encuentra un denso matorral compuesto de *Prosopis juliflora*, *Gliricidea sepium* y *Solanum sp.* La playa corre en dirección oeste-este, presentando un afloramiento rocoso en el extremo oeste. El pueblo de Colola se encuentra asentado en el extremo este de la playa (fig. 14).



Figura 14. Panorámica de la playa de Colola vista desde su lado este.

La arena es relativamente de tamaño grueso y los minerales más abundantes son biotita, magnetita y circón (Azus, 1985).

5. MÉTODOS

Para conocer los efectos maternos (tamaño de la hembra) sobre parámetros reproductivos y adecuación de crías de tortuga negra, se llevaron a cabo recorridos en la playa de Colola para recolectar nidos de tortuga negra, obtener medidas morfométricas de las hembras anidadoras.

Con una muestra de 100 hembras anidadoras de tortuga negra se obtuvo el tamaño promedio de las hembras anidadoras (Longitud Recta de Carpacho, LRC) y el tamaño promedio de sus nidadas (fig. 15).

Se muestrearon un total 100 hembras de tortuga negra y sus nidos para conocer la relación entre el tamaño corporal y el tamaño de la nidada en la playa de Colola durante la temporada de anidación 2010/2011. Para esto, se llevaron a cabo análisis de correlación entre el tamaño corporal (LRC) con otras variables reproductivas como el tamaño de la nidada el peso de la nidada, el peso del huevo y el diámetro del huevo para conocer si estas variables están correlacionadas. Adicionalmente se realizaron análisis de varianza entre rangos de clase tamaño de hembras anidadoras, en los que se agrupo el tamaño de las nidadas, el peso de las nidadas, el promedio del peso del huevo y el promedio del diámetro del huevo para determinar posibles diferencias significativas de estas rasgos de historia de vida de tortuga negra con el tamaño de las hembras para conocer la influencia del tamaño de las hembras anidadoras con algunos rasgos de historia de vida de tortuga negra.

Cuando se obtuvo diferencias significativas en el análisis de varianza ($P < 0.05$), Se aplicó la prueba de diferenciación de medias de Tukey para determinar diferencias entre rangos clases de tamaño de hembras y el tamaño de sus nidadas (fig. 16).



Figura 15. Registro del tamaño de las hembras (Longitud Recta de Carapacho).



Figura 16. Vivero de incubación en la playa de Colola.

5.1 Efecto maternal sobre la adecuación de las crías el tamaño de las crías.

Para determinar la influencia maternal (tamaño de la madre) sobre la adecuación de las crías (tamaño de las crías LRCc y el Peso de las crías), se incubaron 30 nidos de tortuga negra bajo condiciones semi-naturales en el vivero de incubación de la playa de Colola, donde el porcentaje de saturación de humedad no varía

significativamente de un nido a otro, trasplantado los nidos muestreados a la misma profundidad (70 cm).

Se registró el Largo Recto de Carapacho (LRC) de las 30 hembras seleccionadas, con un vernier de calibre metálico de 150 Cm (+-0.1cm) y posteriormente se determinó la influencia del tamaño de las hembras con el tamaño de las crías producidas de sus nidos respectivos (longitud recta de carapacho y ancho recto de carapacho) y peso de las crías como medidas de adecuación, por medio del análisis de correlación.

5.2 Análisis de las crías

Para el análisis de las crías producidas en cada nido se identificó con una estaca y en la parte superior se colocó una etiqueta en la cual se anotaron los siguientes datos: Fecha, Zona de colecta, marca de la hembra a la que pertenecía la nidada y el número de huevos en el nido. Posteriormente al cumplirse 40 días de incubación, se colocó un cercado de malla de criba para evitar la pérdida de crías en el momento de la emergencia y conocer el número de crías emergidas producidas tanto en nidos de vivero como en nidos naturales. De cada nido se obtuvo el porcentaje de sobrevivencia de crías (fig. 17).



Figura 17. Crías de tortuga negra obtenidas en Vivero.

En cada uno de los nidos se registró la profundidad total del nido (como la distancia vertical del fondo de la cámara del nido al nivel de la superficie de la playa) por medio de una regla de madera de 0 – 100 cm, lo anterior con el fin de registrar las posibles variaciones del porcentaje de saturación de humedad del sustrato incubatorio de los nidos en relación a la profundidad.

5.3 Registro de humedad de los nidos trasplantados a vivero

Para determinar el contenido de humedad de los nidos en el vivero, se colectaron 30 muestras de arena húmeda de la base del nido inmediatamente antes del trasplante de los nidos en el vivero y determinar los porcentajes de saturación de humedad de los sitios donde se trasplantaron los 30 nidos. Para cada una de las muestras se determinó el contenido de humedad por diferencia de peso, secando 100 grs de arena húmeda de las muestras en un horno *Coleman* de campo a +- 200 °C durante +- 2 hrs. (Fig. 18) Al final del proceso de secado se registro el peso seco y la diferencia entre el peso húmedo y peso seco se asumió como pérdida de humedad.



Figura 18. Secado de arena en horno para determinar porcentaje de humedad.

De la misma forma, para cada una de las 30 muestras de arena colectadas se obtuvo el porcentaje de saturación de humedad por medio de la técnica propuesta por McGehee (1979), la cual consiste en obtener inicialmente la constante de saturación de humedad que es la cantidad de agua necesaria para saturar al 100% de humedad 100 grs de arena seca y se obtendrá de la siguiente manera: se tomará 100 grs de arena totalmente seca de cada una de las muestras. Los 100 grs de arena seca se colocaron en una bolsa de plástico con unos orificios de alfiler en uno de los extremos, posteriormente se colocó la bolsa dentro de un recipiente con 100 ml de agua destilada, procurando que el extremo con los orificios quedara dentro del nivel de agua para que esta absorbiera agua por capilaridad hasta la saturación en un lapso de tiempo de 12 hrs. Una vez que la arena se saturó al 100% de humedad, se determinó la cantidad de agua que fue absorbida por la arena, la cantidad de agua requerida para saturar 100 grs de arena seca se asumirá como constante de saturación (fig.19).



Figura 19. Determinación del porcentaje de humedad por la técnica de McGhee (1979).

Una vez conocida la constante de saturación de humedad y el contenido de humedad para cada una de las muestras de vivero y nidos naturales, se determinó el porcentaje de saturación de humedad de los sitios donde se incubaron los 30 nidos por medio de una regla de tres:.

Porcentaje de saturación de la muestra Xi = PSM Xi

$$PSM \ Xi = \frac{\text{perdida de humedad en la muestra Xi}}{\text{constante de saturación de humedad en la muestra Xi}} \times 100$$

El porcentaje de saturación de humedad de los nidos se correlacionó con el tamaño de las crías (Longitud Recta de Carapacho de las Crías(LRCc), el Ancho Recto de Carapacho de la Cría (ARCc)) y el peso de las crías,. Para conocer posibles influencias de la humedad en el tamaño y peso de las mismas.

6. RESULTADOS

6.1 Tamaño de hembras.

El tamaño promedio de LRC (Largo Curvo de Carapacho) de las hembras anidadoras de tortuga negra fue de 77.9 cm (rango= 64.3-93.4 cm, ds=53.10) (n=100). Dentro de un rango de clase de tamaño de 71 – 80 cm que fue el más frecuente (fig.20)

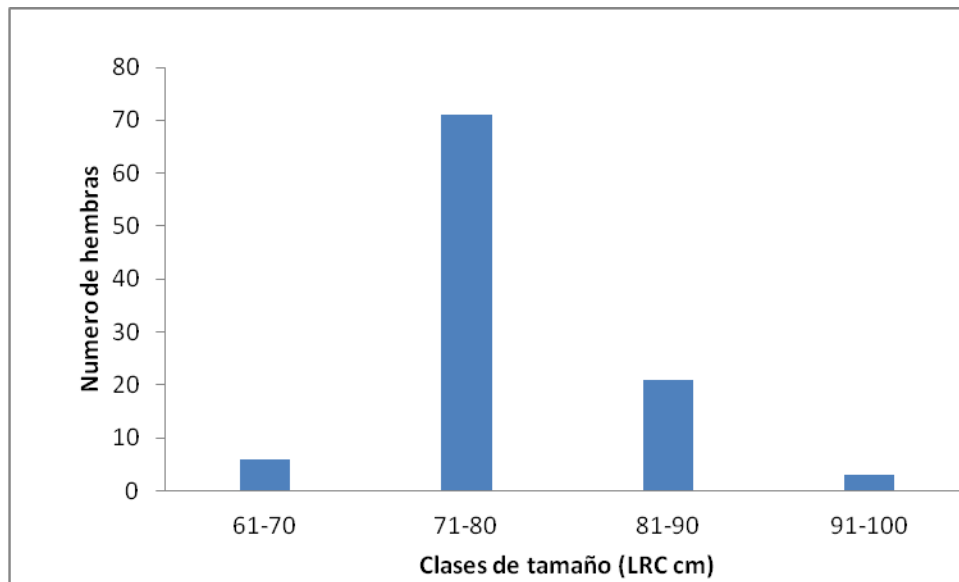


Figura 20. Distribución el tamaño corporal de 100 hembras de tortuga negra.

6.2 Tamaño de nidada

El tamaño promedio de la nidada obtenido fue de 72.8 huevos por nido (fig. 21)

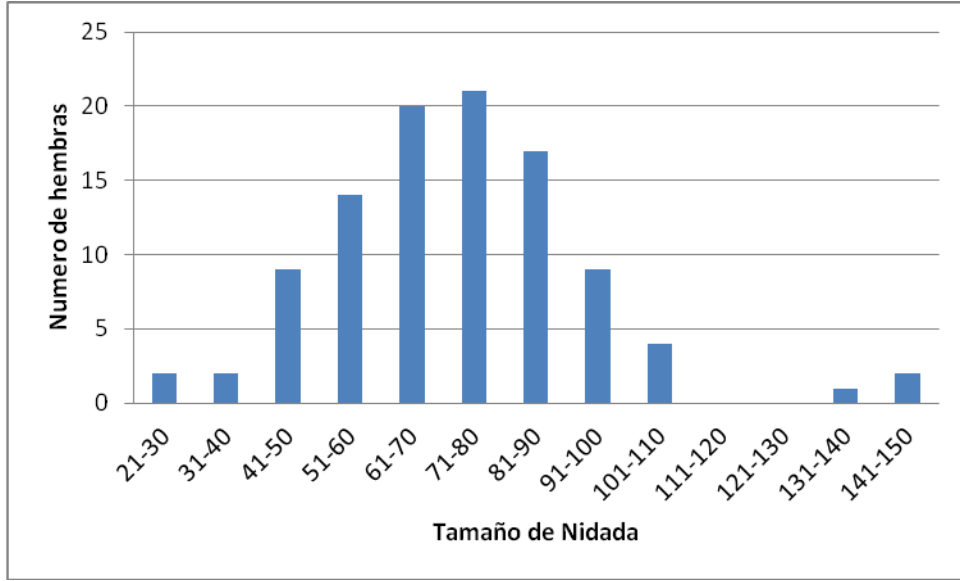


Figura 21. Distribución del tamaño de la nidada de 100 nidos de tortuga negra, promedio de tamaño de nidada 72.8 huevos por nido.

El análisis de correlación entre el tamaño de las hembras con el tamaño de la nidada mostro correlación significativa entre estas dos variables ($r= 0.5453$)($p=0.05$) lo que nos indica que el tamaño corporal (LRC) de las hembras de tortuga negra esta correlacionado con el tamaño de la nidada (fig.21).

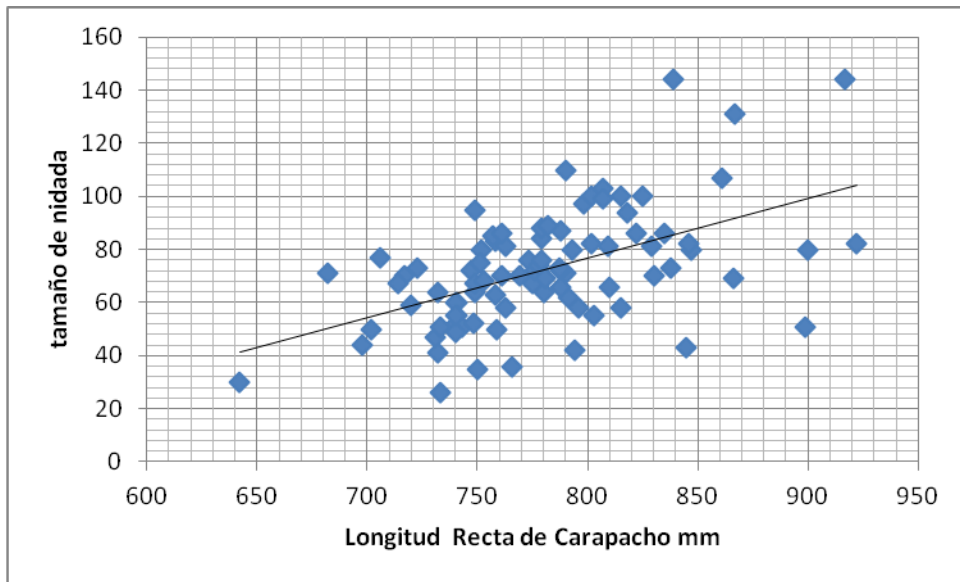


Figura 22. Diagrama de dispersión entre el tamaño de la hembra (LRC) y el tamaño de la nidada.

Al realizar el análisis de varianza (ANOVA) entre las clases de tamaño de hembras y el tamaño de la nidada, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre el tamaño de la nidada por clases de tamaño (F-ratio=7.685 P=0.000) (tabla 2)(fig. 23).

Tabla 2. Tamaño de nidada por clase de tamaño

clase	mínimo	máximo	promedio	d.s.
61-70	75	75	75	
71-80	4	112	60	0.0395
81-90	10	121	68	0.1357
91-100	12	147	83	0.071
101-110	25	148	103	0.0906

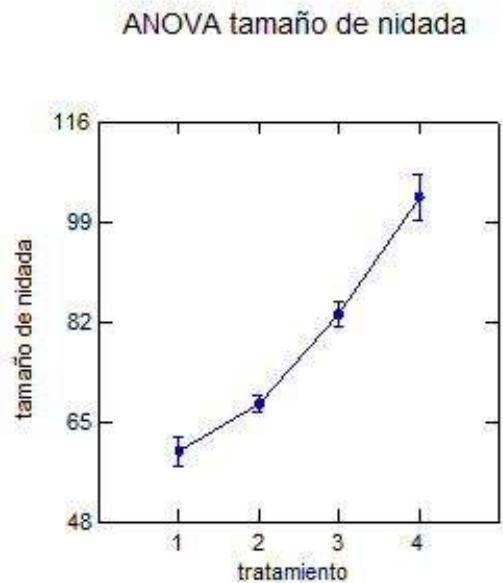


Figura 23. Grafica del Análisis de Varianza entre el tamaño de las hembras y el tamaño de la nidada por rangos de clase de tamaño. El tratamiento 1 corresponde a la clase de 61-70 cm, el tratamiento 2 a la clase 71-80 cm, el tratamiento 3 a la clase 81-90 y el tratamiento 4 a la clase de tamaño de 91-100 cm de LRC.

Tabla 3. La prueba de significancia de medias de Tukey proporcionó la siguiente matriz de probabilidad en la que se señalan las diferencias significativas entre los diferentes tamaños de nidada correspondientes a diferentes tamaños de LRC (tratamientos).

	61-70	71-80	81-90	91-100
61-70	1.000			
71-80	0.027*	1.000		
81-90	0.000*	0.000*	1.000	
91-100	0.000*	0.000*	0.000*	1.000

*Denota diferencia significativa

Se llevó a cabo un análisis de correlación entre la Longitud Recta de Carapacho y el peso de la nidada obteniéndose un correlación positiva significativa ($r=0.5676$ $p < 0.05$) lo que indica que estas variables están correlacionadas (fig.24).

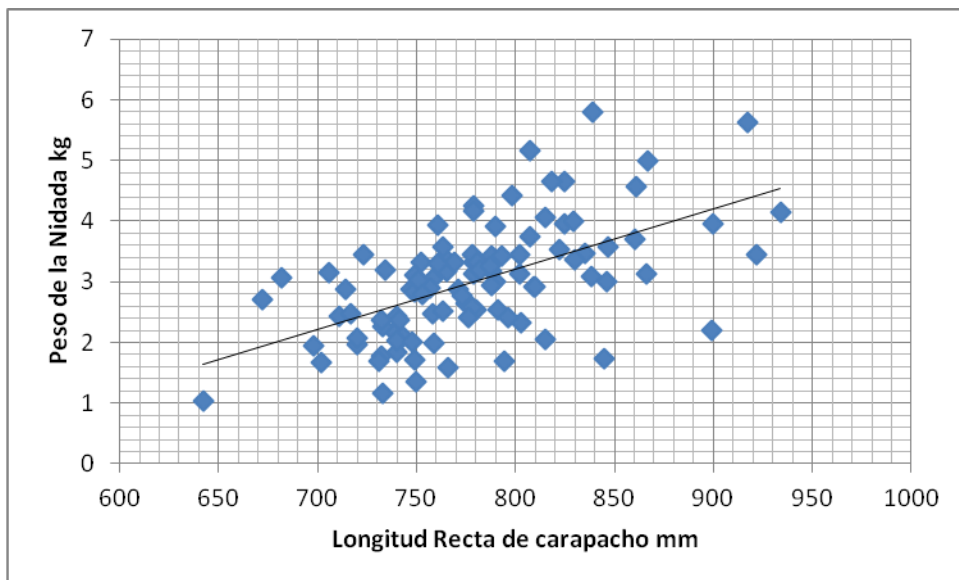


Figura 24. Diagrama de dispersión entre la Longitud Recta de Carapacho y el peso de la nidada de tortuga negra.

Adicionalmente se llevó a cabo una análisis de varianza entre rangos de clase de tamaño de tamaño de las hembras con el tamaño de la nidada para determinar diferencia entre el peso de la nidada en diferentes rangos de clase de tamaño (LRC de las hembras). El Análisis de varianza mostró diferencias significativas del tamaño de la nidada en diferentes clase de tamaño de hembras anidadoras ($F=113.394$ $_{3,97 \text{ g.l.}} p=0.000$) (fig. 25), (tabla 4).

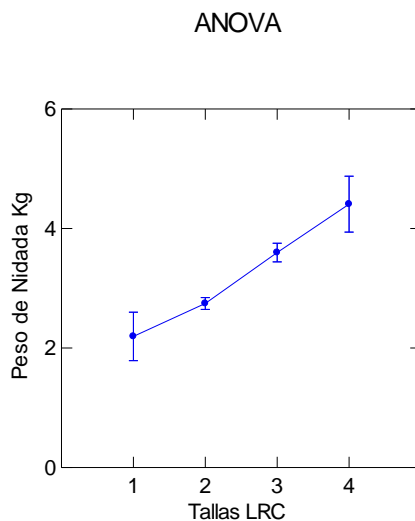


Figura 25. Grafica de análisis de varianza entre el peso de la nidada con diferentes clases de tamaño de LRC de hembras de tortuga negra. El tratamiento 1 corresponde a la clase de 61-70 cm, el tratamiento 2 a la clase 71-80 cm, el tratamiento 3 a la clase 81-90 y el tratamiento 4 a la clase de tamaño de 91-100 cm de LRC.

Tabla 4. Matriz de probabilidad de Tukey en la cual se muestran las diferencias significativas del peso de la nidada y las diferentes clases de tamaño de LRC.

	61-70	71-80	81-90	91-100
61-70	1.000			
71-80	0.551	1.000		
81-90	0.009*	0.000*	1.000	
91-100	0.003*	0.004*	0.360*	1.000

Se realizó un análisis de correlación entre el diámetro del huevo y la longitud Recta de Carpacho de las Hembras el cual mostro que existe una relación significativa entra estas dos variables ($r = 0.2509$ $p < 0.05$).

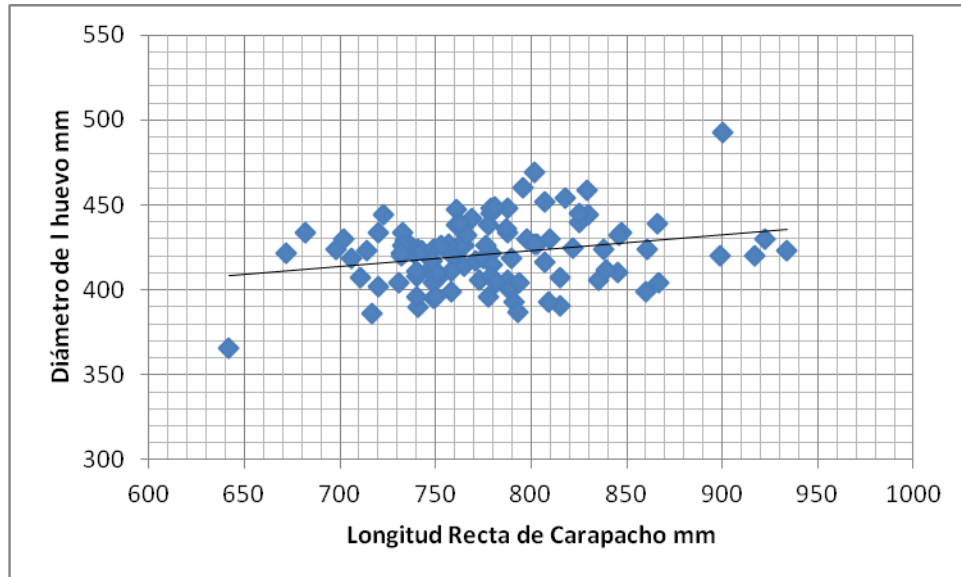


Figura 26. Diagrama de dispersión de el tamaño del huevo con la Longitud Recta de Carapacho de las hembras.

El diámetro de los huevos se agrupó por rangos de clase de tallas de longitud recta de carapacho y se llevó a cabo un Análisis de Varianza y una prueba de diferenciación de medias e Tukey para saber si el diámetro de huevo es diferente en los rangos de clase de tamaño de LRC (fig. 26).

El análisis de Varianza mostró que existen diferencias estadísticas significativas entre el tamaño de los huevos por rango de clase de tamaño ($F\text{-ratio} = 7.821$, $p = 0.000$), mientras que la matriz de probabilidad de Tukey mostro diferencia significativa del diámetro de los huevos de la talla 61-70 con las demás tallas (71-80, 81-90, 91-100) (tab. 5).

ANOVA Diámetro de Huevo

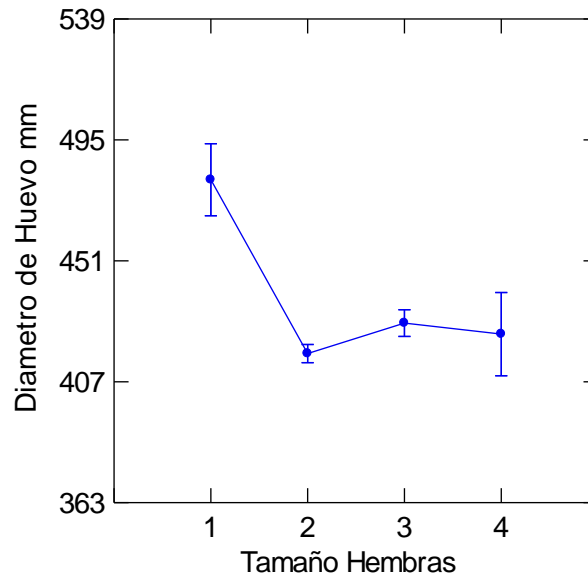


Figura 27. Grafica del Análisis de varianza entre el tamaño de los huevos y el tamaño de las hembras (LRC). El tratamiento 1 corresponde a la clase de 61-70 cm, el tratamiento 2 a la clase 71-80 cm, el tratamiento 3 a la clase 81-90 y el tratamiento 4 a la clase de tamaño de 91-100 cm de LRC.

Tabla 5. Matriz de probabilidad de Tukey en las que se observan las diferencias en el diámetro de los huevos de diferentes clases de tamaño de hembras anidadoras de tortuga negra.

	61-70	71-80	81-90	91-100
61-70	1.000			
71-80	0.000*	1.000		
81-90	0.002*	0.241	1.000	
91-100	0.031*	0.968	0.994	1.000

*Denota diferencia significativa

Se llevó a cabo un análisis de correlación entre la LRC y el peso del huevo de hembras de tortuga negra el cual indicó una correlación estadística significativa entre ambas variables ($r = 0.2245$ $p < 0.05$) (fig. 27).

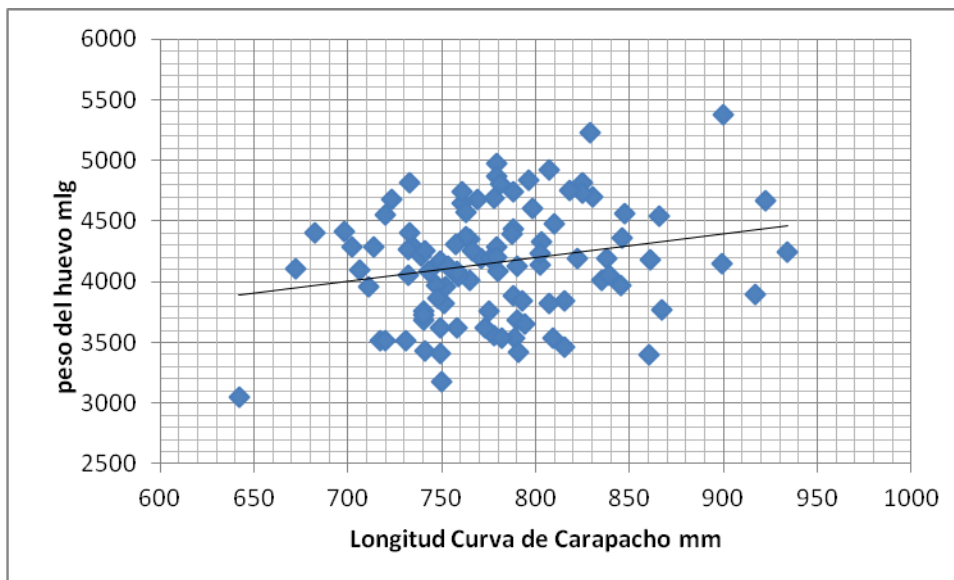


Figura 28. Diagrama de dispersión entre el peso del huevo y el tamaño de las hembras (LRC).

Por otra parte, el peso del huevo se agrupó por clases de tamaño de LRC (61-70; 71-80; 81-90; 91-100) y se realizó un análisis de varianza para saber si se encontraban diferencias significativas en el peso del huevo por rangos de clase de tamaño. El ANOVA mostró que no existen diferencias significativas en el peso de huevo entre las clases de tamaño de LRC ($F = 1.701_{3,97g.l.}$ $p = 0.172$).

6.3 Relación del tamaño de las hembras en relación a la adecuación de las crías (tamaño LRCc, ARCc y peso).

El promedio de tamaño LRC de las hembras anidadoras consideradas en la muestra (n=30) para medir la influencia del tamaño de las hembras sobre la adecuación de las crías (longitud recta de carapacho y pesos, como medidas de adecuación) fue de 79.9 cm (+9.11) con una talla máxima de 99.5 cm y una talla mínima de 70.7 cm.

El tamaño promedio del Largo Recto de Carapacho las crías producidas en los nidos naturales fue de 4.79 cm (+0.223) con una talla máxima de 5.08 cm y una talla mínima de 4.2 cm, mientras que el promedio de Ancho Recto de Carapacho fue de 3.74 cm (+0.204) con un máximo de 4.16 cm y un mínimo de 3.52 cm. El promedio de peso de las crías obtenidas fue de 23.1 gr (rango=19.8 - 27.7).

El análisis de Correlación entre la Longitud Recta de Carapacho de las hembras y la longitud recta de carapacho de las crías no mostró correlación entre las variables ($r=0.0585$ $p>0.05$).

El análisis de varianza no demostró diferencias significativas entre estas dos variables (F-ratio 0.393 $p= 0.757$).

Por otra parte, el análisis de correlación entre la LRC de las hembras con el peso de las crías producidas demostró que no existe correlación entre estas dos variables ($r=0.07143$ $p>0.05$).

6.4 Porcentaje de humedad de los nidos muestreados.

Se obtuvieron los porcentajes de saturación de humedad en los nidos y se correlacionaron con el promedio del tamaño de las crías obtenidas en cada nido. El porcentaje de saturación de humedad promedio en los nidos muestreados fue de 15.3 % (+- 4.64) con una máximo de 23.7% y un mínimo de 8.12%. (fig. 29).

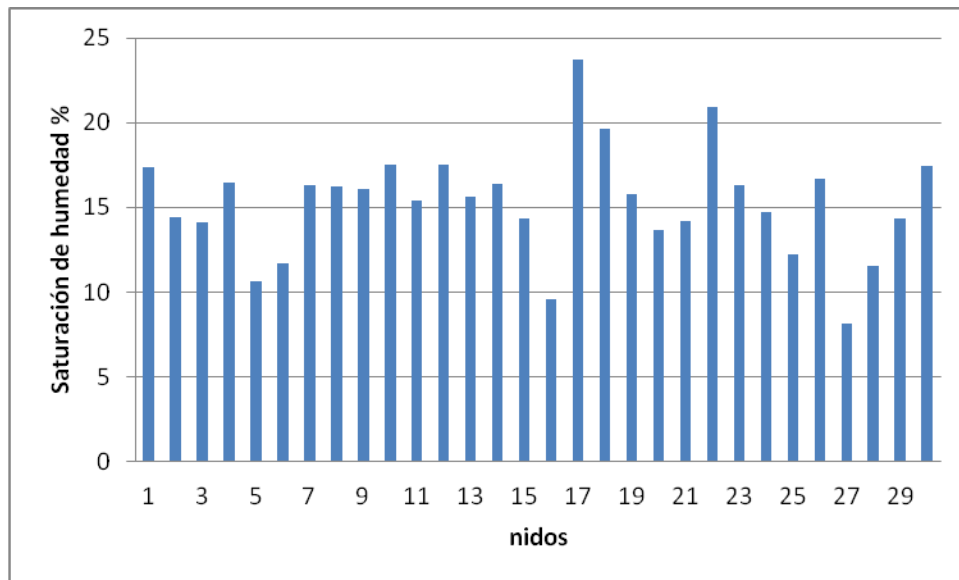


Figura 29. Porcentaje de saturación de humedad obtenido en los sitios de trasplante de nidos en el vivero de Colola.

En la tabla 6, se muestran los datos obtenidos en 30 nidos de tortuga negra incubados en el vivero de Colola.

Tabla 6. Datos obtenidos de 30 hembras sus nidadas y sus crías

N°	Marca	Peso huevo (gr)	Peso de la cría (gr)	L.R.C.c cm	A.R.C.c cm	L.R.C.Hembra cm	Tamaño del huevo	Tamaño de nidada	%Hum
1	HG871	67	23.17	4.72	3.54	82.2	3.85	66	17.36
2	HG826	64	24.24	4.83	3.65	76.3	3.91		14.44
3	HG388	58	19.88	4.68	3.67	81.6	3.87		14.11
4	HG386	45	21.25	4.68	3.48	73.7	3.81	74	16.47
5	FH732	75	23.38	4.69	3.51	83.5	3.87	82	10.62
6	FS255	76	20.6	4.53	3.42	77.4	3.83	125	11.66
7	VERDE	68	27.74	4.91	4.04	78.4	3.87	93	16.34
8	HG556	72	22.49	4.84	3.73	70.2	4.09	78	16.24
9	No hay	53	22.52	4.82	3.87	73.2	3.88	62	16.11
10	No hay	49	25.53	5.04	3.96	69.6	4.05	60	17.55
11	No hay	60	20.98	4.62	3.6	77.2	3.81	88	15.44
12	HG087	65	26.08	4.97	3.92	83.1	4.09	71	17.5
13	No hay	68	24.27	4.92	3.91	80.6	4.16	107	15.62
14	No hay	58	25.65	4.93	3.87	74.5	3.89	58	16.41
15	No hay	64	26.56	4.93	3.86	76.2	3.95	35	14.37
16	HA899	52	21.58	4.2	3.57	73.2	3.77	85	9.6
17		92	21.69	4.64	3.53	86.8	3.74	96	23.75
18	HG367	64	24.11	5.08	4.11	78.5	3.88	69	19.63
19		96	22.43	4.96	3.97	83.3	3.89	64	15.81
20		86	20.29	4.58	3.53	98.2	3.85		13.68
21		56	22.27	4.9	3.68	77.9	3.85		14.22
22	HG834	47	22.2	4.8	3.74	70.7	3.72	75	20.95
23		100	26.78	4.95	3.92	93.2	3.74	73	16.31
24		59	22.13	4.64	3.52	76.6	3.71		14.7
25		60	23.14	4.87	3.7	78.3	4.07	48	12.22
26	HG462	68	22.4	4.74	3.75	79.2	3.94		16.66
27	FH960	92	20.62	4.71	3.77	91.3	3.915		8.12
28		53	22.39	4.86	3.8	73.6	3.835	81	11.52
29	HG836	63	22.45	4.65	3.62	79.2	4.03		14.33
30		100	26.8	5.06	4.16	99.5	4.32	121	17.47

El análisis de correlación mostró correlación entre el porcentaje de humedad del nido con la dimensión de las crías (LRCc) (fig.29).

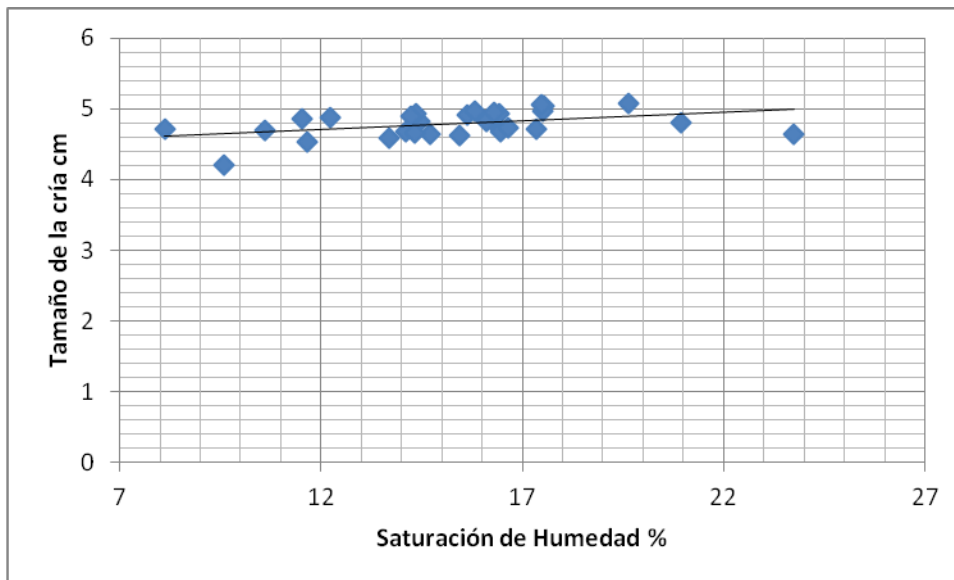


Figura 30. Diagrama de dispersión entre el tamaño de las crías (LRC) y el porcentaje de humedad de saturación del sustrato incubatorio.

El análisis de correlación entre el porcentaje de saturación de humedad y ARCC no demostró ninguna correlación entre estas dos variables ($r=0.2933$ $p>0.05$), por otro lado el análisis de correlación entre el porcentaje de saturación de humedad y el peso de las crías tampoco indico correlación entre estas dos variables ($r=0.2877$ $p>0.05$).

7. DISCUSION

A pesar de la gran diversidad de los rasgos de historia de vida entre las especies de tortuga marina, existen pocos análisis comparativos o síntesis de estos patrones de historia de vida (Bolten, 2003), en este trabajo se analizó la relación del tamaño corporal de tortuga negra sobre algunos rasgos reproductivos de la historia de vida de tortuga negra.

El tamaño del cuerpo afecta la morfología y la fisiología de un animal, así como sus características de historia de vida. Cuando se toma en cuenta el tamaño del cuerpo, quedan a la vista ciertos patrones cualitativos y cuantitativos de las variables de historia de vida (Lindstedt y Sawin, 1988 en Benabib1993).

Los resultados obtenidos indican que el tamaño corporal de las hembras de tortuga negra están correlacionados con varios de los aspectos de historia de vida como el tamaño de la nidada, el peso de la nidada y el diámetro de los huevos donde se encontraron correlaciones positivas significativas entre el tamaño de las hembras (LRC) estas variables reproductivas.

El tamaño de las hembras de tortuga negra está íntimamente relacionado con el tamaño de la nidada, se observó a través del análisis de correlación y el análisis de varianza entre grupos de tamaño que las hembras de mayor tamaño depositan nidadas más grandes por lo tanto tienen mayor valor reproductivo, en este sentido, las hembras de mayor tamaño serían prioritarias para conservación por su aporte en el número de huevos y por lo tanto al reclutamiento de crías.

El valor reproductivo es una medida de la contribución de un organismo en un estadio de vida en particular contribuye al futuro crecimiento o mantenimiento de la población. Un análisis del valor reproductivo provee de valiosa información para los tomadores de decisiones responsables de programas de conservación de

tortugas marinas, debido a que este indica cuales individuos contribuyen más al futuro de la población y donde la protección puede ser más efectiva. (National Research Council, 1990).

Existen por lo menos cinco hipótesis sobre la evolución del tamaño de la nidada o camada (Stearns, 1976). La primera es que la capacidad fisiológica del organismo determina el número de crías que produzca. La segunda, aplicada para el caso de las aves, argumenta que ponen el número de huevos que pueden cubrir para ser incubados. La tercera hipótesis argumenta que el tamaño de la nidada es ajustado utilizando información recibida a través de mecanismos sociales para balancear el nivel prevalente de mortalidad y producir el tamaño óptimo de la población (Wynne-Edwards, 1962).

En el caso de la tortuga negra como en otras especies de tortuga marina (Buskirk y Crowder, 1994) existe una clara influencia del tamaño corporal de las hembras sobre el tamaño de la nidada, el peso de la nidada y el tamaño de los huevos, sin embargo, la adecuación de las crías el tamaño de las crías, no se correlaciono con el tamaño de las hembras como sucede con la mayoría de las tortugas marinas excepto con la tortuga plana de Australia (*Natator depressus*) (Bolten, 2003).

Al parecer la selección natural a ajustado la estrategia de historia de vida de las tortugas marinas hacia la producción de una mayor numero de crías que a incrementar el tamaño de estas, el tamaño grande de las crías de tortuga plana de Australia al parecer responde a la gran cantidad de depredadores que existen en las playas de anidación. En este caso existe un “trueque” (Tradeoff) evolutivo entre el tamaño de la nidada y el tamaño de la descendencia en tortuga plana, que no se observa en tortuga negra. *Natator depressus* tiene un promedio de nidada pequeño de 53 huevos los cuales son grandes y producen crías muy grandes para solventar la alta depredación en las playas (Bolten, 2003).

El tamaño de las crías en tortuga negra no está correlacionado con el tamaño corporal, por lo tanto, la adecuación de las mismas, al parecer depende de otros factores.

El hecho de que otras especies de tortuga marina (como tortuga negra) no respondan a la depredación terrestre a través del incremento del tamaño corporal de las crías, sugiere que el entendimiento de las presiones de selección que provocan el incremento corporal de las crías de *Natator depressus* aún es desconocido.

El porcentaje de saturación de humedad se correlaciono significativamente con el tamaño de las crías, entonces es probable que la humedad de saturación de la arena en el sustrato incubatorio de los nidos de tortuga negra, juegue un papel importante en la adecuación de las crías. Por lo tanto la selección del sitio de anidación por parte de las hembras de tortuga negra pueda ser una estrategia de selección que se manifiesta en la adecuación de las crías incrementando su sobrevivencia. Las tortuga negra invierte en promedio tres horas y media en el proceso de anidación, esta alta inversión de tiempo en la playa puede deberse a el rigor de la búsqueda de sitios de anidación adecuados para el desarrollo de los nidos que incrementa las probabilidades de sobrevivencia de las crías en la playa en su camino al mar.

8. CONCLUSIONES

En este trabajo se encontró una correlación positiva entre el tamaño corporal de la tortuga negra (LRC) con varios parámetros reproductivos como el tamaño de la nidada, el peso de la nidada y el tamaño de los huevos.

Se encontró una correlación positiva significativa entre el tamaño corporal de las hembras y el tamaño de la nidada. El análisis de varianza demostró que las hembras de mayor tamaño producen nidadas más grandes y tortugas pequeñas producen nidadas pequeñas.

Como se esperaba, el tamaño de las hembras de tortuga negra se correlacionó significativamente con el peso de las nidadas y el tamaño de los huevos (diámetro).

No se encontró correlación alguna entre el peso del huevo con el tamaño corporal de las hembras por lo tanto, el peso del huevo depende de otras variables que no se identificaron en este trabajo.

No se encontró ninguna relación entre el tamaño corporal de las hembras con la adecuación (tamaño y peso) de las crías producidas en el vivero de incubación, por lo tanto la adecuación de las crías dependa de otro tipo de variables que solventan los problemas de depredación en la playa y en su ingreso al mar.

El tamaño de las crías en tortuga negra de las crías se correlaciono positivamente con el porcentaje de saturación de humedad esto indica que las condiciones óptimas de humedad favorece el adecuado desarrollo de las crías y por lo tanto la selección de los viveros de incubación es una factor importante dentro de las estrategias de conservación. En el caso de la conservación de la tortuga negra en Michoacán en la playa de Colola, principal playa de anidación de esta población la mayor parte de las nidadas se protege bajo condiciones naturales de incubación

(*in situ*) donde las hembras seleccionan el lugar para anidar lo que garantiza el adecuado desarrollo de las crías.

Es importante que se continúen con trabajos para determinar las estrategias de historia de vida de tortuga negra en Michoacán para incrementar el nivel de entendimiento de este importante aspecto de la biología de esta población en Michoacán, que favorezcan la conservación integral de esta población en el Pacífico oriental.

9. LITERATURA CITADA

Alvarado, D. J. y Figueroa, A. 1989. "Ecología y conservación de las tortugas marinas de Michoacán, México". Cuadernos de investigación (4) U.M.S.N.H.

Alvarado, D.J. Y Figueroa, A. 1989. " Madurez Sexual Tardía de las Tortugas Marinas ", Ciencia y Desarrollo. Núm. 89. 59-63 pp.

Alvarado, D, J., Huacuz, D., 1996. Guía ilustrada de los anfibios y reptiles más comunes de la reserva Colola - Maruata en la Costa de Michoacán, México.

1 edición. 11-12

Alvarado D, J., y I. Suazo. 1996. IGUANA VERDE: Manual de conservación y manejo. Primera edición. Facultad de Biología. U.M.S.N.H. 28-30.

Azus, A. 1985. Relación entre las características granulométricas y las zonas de selectividad de nidación de la tortuga prieta (*Chelonia agassizi*), en la playa de Maruata, Mich. México. ECIMAR Num. 6,7,8.

Balinsky, B. J. (1978). Introducción a la embriología. Omega, Barcelona, España.

Begon, M., M. Mortimer. 1981. Population Ecology. Blackwell Scientific publications.

Begon, M., 1986. Optimal egg size and clutch size: effects of environmental and maternal phenotype.

Benabib, M. (1993). Los vertebrados y las historias de vida. Centro de ecología UNAM. Revista Ciencias (7):25-30

Bernardo, J. (1993) Determinants of maturation in animal. Trends Ecol. Evol. 8:166-173

Bocourt, M.f. 168. Description de quelques chenonies nouveaux apagtenont a la faune mexicaine, annales des sciences naturelles, series 5, zoology 10:121-122.

Bolten, A.B. 2003. Variation in Sea turtles life history patterns: neritic vs oceanic developmental stage. Pages 243-257 in.

Bonner, J.T. 1965. Size and Cycle: an essay on the structure of biology. Princenton University Press. Princenton

Boyner, M.S., 1988. Evolution of life histories: theory and patterns from mammal, Yale University Press, New Haven and London, pp. 3-30

Buskirk, J.V. Y L.B. Crowder. 1994. Life History Variation in Marine Turtles. Copeia, 1194 (1), pp. 66-81

Cisneros, R. M. R. (2001). Efecto de la humedad en el éxito de avivamiento y tamaño de las crías de Iguana negra *Ctenosauria pectinata* (Reptilia: *Iguanidae*). Tesis Profesional. Facultad de Biología. U.M.S.N.H. Pp. 4

Cody, M. 1966 A general theory of clutch size, Evolution 20; 174-184.

Congdon, JD and JW. Gibbons, 1987 morphological constraint on egg size: a collenge to optimal egg size theoty Proc. Nat. Acad Sci USA. 84:4145-4147

Congdon, J.D., and Gibbons, J.W., 1990 Egg components and reproductive chracteristics of turtles: retationships to body size. Herpetologica 41.194-205

Congdon, J.D., and Gibbons, J.W., 1990 The evolution of life histories. In Gibbons, J.W. (ed) Life history and ecology of the slider turtle. Smithsonian Institute Press, New York, pp.45-54

Correa, G. 1974. Geografía del Estado de Michoacán. Gobierno del Estado. Morelia ,Michoacán, México

Delgado, T. C. (1990). Importancia de la humedad en el avivamiento de crías de tortuga negra *Chelonia agassizi* (Reptilia: *Chelonidae*) en huevos incubados en cajas de Poliestireno. Tesis Profesional. Facultad de Biología. U.M.S.N.H. Pp.1, 2, 5, 6,7.

Delgado, T.C. y J. Alvarado. 1997. Las Tortugas Marinas de la Costa de Michoacán: Técnicas de Conservación y Manejo. ECOTONIA, A. C. U.M.S.N.H.

Ehrhant, LM. 1982. A review of sea turtle reproduction. In K.A. Bjorndal (ed), Biology and Conservation of Sea Turtle. Pp 29-38. Smithsonian Institution Press. Washington. D.C.

Flenchel, T. 1974 Intrinsic rate of natural increase: The relationship with body size. Oecología, 14, 317-26 pp

Frazer, N.B. and Richardson, J.I. 1986. The Relationship of Clutch size and Frecuency to Body Size in loggerhead Turtles, *Caretta caretta*. Jornal of Herpetology, Vol. 20. No. 1 81-84 pp.

Gibbons, J.W., and J.L. Greene. 1990. Reproduction in the slider and other species or turtle, In J.W. Gibbons (ed), Life History and Ecology of the Slider Turtle. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 124-134 pp.

Hirth, H.F. 1980. Some aspects of the nesting behavior and reproductive biology of sea turtles, *Am Zool.* 20: 507-523

Hirth, H.F. 1997 Synopsis of the Biological Data on the Green Turtle *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758). Department of Biology. University of Utah. Salt lake City Utah. USA. Fish and Wildlife Service. U.S. Department of the Interior. Washintong. D.C. 20240. 120 pp.

INEGI. 1985. Síntesis Geografía del Estado de Michoacán. Dirección General de Geografía. México, D.F.

Iverson, J.B., Byrd, K.K., 1993. Latitudinal variation in egg and clutch size in turtles.. *Can. J. Zool.* 71:2448-2461

Lack, D., 1947. The significance of clutch size. I. Intraspecific variation, *Ibis* 89; 302-352

Lack, D., 1948, The significance of litter size, *Journal of Animal Ecology* 17; 45-50

Lack, D., 1954, *The Natural regulation of animal numbers*, Oxford University Press, Oxford.

Lindstedt, S. L. and S. D. Swain, 1988. Body size as a constraint of design and function, In *Evolution of life histories of mammals*, Boyce, M.S. (ed) Yale University Press, New Haven and London, pp. 93-105.

Márquez, M., r 1990. *Fao species catalogue. Vol. 11: Sea turtle of the world. An annotated and illustrated catalogued of sea turtle species known to date.* Fao Fisheries Synopsis. No. 125, Vol. 11. Rome, FAO. 1990. 81 p

Márquez, R. 1999. Las Tortugas Marinas y Nuestro Tiempo. La Ciencia desde México. 144:

Mazzotti, J.F. 1983. The ecology of *Crocodylus acutus* in Florida, Thesis, Pennsylvania State University.

McGehee, A. 1979. factors affecting the hatchling success of loggerhead sea turtle eggs (*Caretta caretta caretta*). Thesis University of Central Florida.

Mrosovsky, N 1983 Ecology of nest site selection of turtle, democ

Moll, E. O. 1979. Reproductive cycles and adaptations. In M. Hales and H. Morlock (eds) Turtles: Perspectives and Research. Pp. 305-331. Wiley Interscience, New York.

Naranjo, G. A. R. 1989. Características del ambiente de incubación natural y su influencia en el porcentaje de eclosión de huevos de tortuga negra (*Chelonia agassizi: Chelonidae*) en las playas de Colola y Maruata, Mich. Tesis Profesional. Escuela de Biología. U.M.S.N.H. Morelia, Mich.

Pickney, J. 1990. Correlation analysis of adult female, egg and hatchling sizes in the loggerhead turtle, *Caretta caretta*. Nesting at Kiawah Island, South Carolina, U.S.A. Bulletin of marine science. 47 (3): 670-679

P.L. Lutz, J. Musik and J. Wyneken (editors), the Biology of Sea Turtles, volume II. CRC. Press, Boca Raton, FL.

Pritchard, 2000, Eckert, K. L., K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois, and M. Donnelly (Editors). 1999. Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtle. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4.

Rowe, J.W., 1995. Hatchling size in the Turtle *Chrysemys picta belli* from Western Nebraska: Relationships to Egg and Maternal Body Size. *Journal of Herpetology*. University of Nebraska. 29 (1): 73-79

Shine, R., 1978. Propagule size and parental care: the “safe harbor” hypothesis, *J. Theor. Biol.* 75: 417-424

Shine, R., 1989, Alternative models for the evolution of offspring size. *Am. Nat* 134; 311-317

Stearns S.C. 1976 Life-history tactics: a review of ideas, *Q. Rev. Biol.* 518

Stearns, S. C. 1983. The impact of size and phylogeny on patterns of covariation in the life history traits of mammals, *Oikos* 41; 173-187

Stearns, S. C. 1984. The effects of size and phylogeny on patterns of covariation in the life history traits of lizards and snakes, *Am. Nat.* 123; 56-72

Tucker, J.K and D. Moll 1997. Growth, Reproduction and survivorship in the red-eared turtle, *trachemys scripta elegans*, in Illinois, with conservation implication. *Chelonian Conserv. Biol* 2:352–357

Tucker, K.J., 2000. Annual variation in hatchling size the redeared slider turtle (*Trachemys scripta elegans*). *Herpetologica*, 56(1): 8-13

Wilbur, H.M. 1974. Agrowth model for the sea turtle *Chrysemy Picata*. *Copeia* 337-343 pp

Wilbury, H.M. and Morin, P.J 1988. Life history evolution in turtle *Biology of reptilian* 16(1988):387-439

Wyne-Edwards, V.C., 1962. Animal dispersion in relation to social behavior. Oliver and Boyd. Edinburgo

Zamora, R.R.,1990. Relación de la humedad del ambiente incubatorio en el avivamiento de *Chelonia agassizi*, en la playa de Colola, Michoacán, Méx. Tesis profesional. Facultad de Biología. U.M.S.N.H.

