# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA UNAN-LEON FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA



# **TÍTULO**

Estudio reproductivo de *Chelonia mydas*, en la playa de anidación Brasilón en el Pacífico sur de Nicaragua.

Trabajo para optar al título de Licenciatura en Biología

Elaborado por: Br. Mercedes de lo Ángeles Peñalba Laguna

Br. Reyna María Rios Rivera.

Tutor: M.Sc. Pedrarias Dávila Prado.

Asesor: M.Sc. Arnulfo Medina Fitoria.

León, Nicaragua 2013

#### **DEDICATORIA**

Le dedicamos esta monografía en primera instancia a Dios por habernos permitido llegar a esta etapa de nuestra vida, por darnos salud, bienestar físico para seguir adelante cada día y así cumplir nuestros objetivos y por obsequiarnos su infinita bondad y amor.

A nuestros padres por haber estado siempre a nuestro lado, por sacarnos adelante cada día, por apoyarnos a cada momento, por sus consejos, sus valores, por su motivación constante que nos permitió ser personas de bien, pero más que nada por darnos su amor.

A las personas que confiaron en nosotras, que nos dieron su apoyo y motivación para la culminación de esta etapa tan importante de nuestra vida.



#### **AGRADECIMIENTO**

Esta tesis ha sido posible gracias a la participación y el apoyo de mucha gente a la que, aprovechando esta oportunidad, queremos expresar nuestra gratitud.

En primer lugar, queremos agradecer a nuestro director de tesis, M.Sc. Pedrarias Dávila Prado por todo el tiempo que nos ha dado, por sus sugerencias e ideas de las que tanto provecho hemos sacado, con respaldo y amistad y darnos su apoyo científico y moral.

Un sincero agradecimiento a nuestro asesor M.Sc. Arnulfo Medina Fitoria, por habernos prestado un poco de su tiempo, para revisar y corregir nuestro trabajo.

A la Real Embajada de Dinamarca (DANIDA) por el financiamiento de este proyecto y especialmente a ONG Paso Pacifico por confiar en nosotras para ejercer esta monografía en el campo de las tortugas marinas y ayudarnos a mejorar en nuestros conocimientos. A las personas que nos brindaron su apoyo en el campo Salvador Sánchez, Jairo Coronado, Fernando Pilarte, Daniel Sánchez, Erick Guido y Marcos Pizarro, guardaparques de PASO PACIFICO los que estuvieron con nosotras durante toda la fase de levantamiento de datos en campo y se prestaron a brindarnos de sus conocimientos y nos ayudaron en todo momento.

A la familia Sanchez Contreras por haber sido tan amables y buenas personas con nosotras, al abrirnos las puertas de su hogar y alojarnos durante la etapa de campo de nuestro trabajo.

Un cordial agradecimiento al M.Sc. Oscar González por prestar su tiempo para hacernos sugerencias y aportes en mejoras de nuestro trabajo.

Agradecemos al departamento de SIG por apoyarnos en la elaboración de mapas y los análisis estadísticos por medio de la Dra. Adalila Molina y M.Sc. Ana Savala.

Al M.Sc. Rolando Guadamúz por su incondicional y valioso apoyo en la culminación de nuestra tesis.

Todo esto nunca hubiera sido posible sin el amparo incondicional de nuestras familias, nuestras madres, hermanos y todas las personas que amamos y siempre confiaron en nosotras.





"Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber". Albert Einstein



# ÍNDICE

Cor	ntenic	ok	I	Páginas		
Ded	licato	ria		i		
Agra	adecii	mier	ntos	ii		
Índi	ce			iv		
Res	umer	١		1		
I.	Introducción					
II.	Antecedentes					
III.	Objetivos					
IV.	Literatura revisada					
2	4.1.	Ciclo	o de vida	9		
2	4.2.	Mor	fología y Fisiología	10		
4	4.3.	Esp	ecies de tortugas marinas del mundo	11		
4	1.4.	Tort	uga verde, prieta o negra ( <i>Chelonia myd</i> as)	11		
	4.4	l.1.	Generalidades	11		
	4.4	1.2.	Biología de la reproducción	14		
	4.4	l.3.	Hábitat	15		
	4.4	1.4.	Historia natural	15		
	4.4	ł.5.	Distribución	15		
	4.4	ł.6.	Estátus ecológico y amenazas	16		
4	4.6.	Ma	rco legal	16		
V.	Metodología					
5	5.1.	Áre	ea de estudio	19		
5	5.2.	Μu	estra de estudio	20		
5	5.3.	Dis	stribución temporal y espacial de nidos de <i>Ch. mydas</i>	20		
	5.3	.1.	Distribución temporal de nidos	20		
	5.3	.2.	Distribución espacial de nidos	20		
Ę	5.4.	Tar	naño de de <i>Ch. mydas</i>	21		
	5.4	.1.	Biometría de hembras anidantes	21		
	5.4	.2.	Diámetro de huevos	21		



	5.4.3.		Georreferenciación de nidos	21	
5.4.4		.4.	Correlación entre el largo curvo de caparazón y tamaño de la	22	
			nidada		
	5.4.5.		Efecto de la temperatura en el interior de los nidos de <i>Ch. mydas</i>	22	
5.	5.5. Pro		gramación de los termómetros	22	
5.	6.	Sel	ección y señalamiento de los nidos	23	
5.	7.	Ма	teriales	23	
VI.	Re	sult	ados	24	
6.	1.	Dis	tribución total de nidos	24	
6.	2.	Dis	tribución temporal de nidos	25	
6.	3.	Dis	tribución espacial de nidos totales	28	
6.	4.	Dis	tribución espacial de nidos por temporadas	29	
6.	5.	Мо	rfometría de <i>Chelonia mydas</i>	30	
	6.5.	1.	Diámetro de huevos	31	
	6.5.	2.	Relación entre LCC y tamaño de la nidada de Ch. mydas	32	
6.	6.	Ten	nperatura en el interior de los nidos durante el proceso de incubación		
	)	y su	exito reproductivo	33	
6.7.	(	Cor	nparación entre las temperaturas ambientales del Dpto. de Rivas y	39	
	t	em	peratura dentro de los nidos		
VII.	Dis	cus	sión	41	
VIII.	Co	nclu	usión	47	
IX.	Recomendaciones				
Χ.	Bibliografía				
ΧI	Ane	exo	S	55	

#### Resumen

Se estudiaron datos de aspectos reproductivos de Chelonia mydas en Playa Brasilón, área de amortiguamiento del RVS La Flor, Rivas-Nicaragua, durante 4 temporadas de anidación 2008-2012 mediante observación directa en patrullajes nocturnos. Durante tres meses, se midió temperatura en nidos in situ, y se analizó distribución en tiempo y espacio de las nidadas. Se monitorearon un total de 5 nidos desde su puesta hasta el momento de eclosión, con rango de incubación de 43 a 51 días. Nido 1; monitoreado por 50 días, T. mín. de 29.83 °C y T. máx. de 33.13 °C, con éxito de eclosión de 81%. Nido 2; 51 días, T. mín. de 28.05 °C y T. máx. 33.5 °C, 0 % de éxito de eclosión. Nido 3; 43 días, T. mín. de 30.45 °C v T. máx. de 31.88°C, 64 % de éxito de eclosión. Nido 4; 51 días, T. mín. de 32.24 °C y T. máx. de 40.65 °C, siendo ésta la temperatura más alta de todos los nidos, éxito de eclosión de 41.86 %, Y nido 5; 53 días, T. mín. de 27.76 °C y T. máx. de 34.57 °C, éxito de eclosión de 92.5 %, siendo éste el nido más exitoso durante el estudio. Durante análisis de distribución de nidos a lo largo de las 4 temporadas de estudio, se contabilizó un total 368, siendo la temporada 2009-2010 la que tuvo mayor anidaciones con 145 nidos a diferencia de las otras, que se mantuvieron entre los 72 y 76 nidos. Los meses de mayor arribo de tortugas verdes fue enero, noviembre y diciembre; en cambio abril, mayo y julio los de menor actividad, por lo que es evidente que la época de mayor actividad de esta especie en esta playa se da de finales de época lluviosa (octubre a diciembre), hasta comienzos de la época seca (febrero), con un pico de noviembre a enero. De los 368 nidos analizados, 223 de ellos tienen registro de tramos, 42 % de estos concentrados en la zona central (tramos 5 al 8), 38 % en la zona sur (tramos 9 al 12), y un 20 % en el extremo norte (tramos 1 al 4). Los tramos 5 y 12 presentan mayor abundancia de nidos y los tramos 1 y 2 los de menor abundancia. El largo curvo del caparazón osciló entre 62 y 97 cm. Y el ancho curvo de caparazón entre 63 y 94 cm (n=189), se obtuvo diámetro promedio de huevos siendo de 44 mm. (d.s. 1.64). Se verificó una correlación entre el largo curvo del caparazón y el número de huevos puestos por hembras que anidaron obteniendo un r<sup>2</sup>= 0.0064 lo cual no expresa una relación significativa en base a α: 0.05.



#### I. Introducción

En el Pacífico de Nicaragua anidan cinco de las siete especies de tortugas marinas existentes en el mundo, todas amenazadas de extinción: *Lepidochelys olivacea* (paslama), *Chelonia mydas* (verde), *Eretmochelys imbricata* (carey), *Caretta caretta* (cabezona), y *Dermochelys coriacea* (tora). Y en el Pacífico sur se encuentran dos de las siete playas existentes en el Pacífico Oriental donde ocurren arribadas (anidaciones masivas) de tortugas paslama, así como decenas de playas de anidación solitaria no solo de paslama sino también de tortuga tora, tortuga verde y tortuga carey. (Urteaga et al. 2006).

Una de estas playas de anidación solitaria de tortuga verde (*Chelonia mydas*) es Brasilón, la cual se presenta como una de las playas de anidación solitaria de mayor importancia en el pacifico sur del país para esta especie, además de ser una de las pocas playas que gozan de protección por parte de guardabosques capacitados por Paso Pacifico. De manera que ésta playa presenta condiciones óptimas para desarrollar el presente estudio enfocado en aspectos reproductivos de *Chelonia mydas*. Donde el éxito de incubación de los nidos es uno de los principales parámetros que se establecieran monitorear en esta playa de anidación, lo cual que es una medida del éxito reproductivo y la salud de la población anidante (Bell et al. 2003, Girondot et al. 1990).

En este sentido, es importante mencionar que la humedad, temperatura, salinidad y tamaño del grano de la arena, son factores ambientales que influyen en el desarrollo de los embriones. En particular, la humedad y la temperatura, aun siendo variables independientes y sin presuponer sobre una la acción de la otra, ambas están íntimamente relacionadas. El efecto combinado de estos factores se inicia desde que los huevos son depositados en el nido, hasta la eclosión de las crías (Arzola, 2007).

Este estudio se ha financiado por el gobierno de DANIDA a travez del ascesoramiento de PASO PACIFICO.



Paso Pacífico es una organización sin fines de lucro fundada en 2005 en los Estados Unidos y registrada como ONG en Nicaragua en 2006. Tiene como misión Restaurar y conservar los ecosistemas naturales a lo largo de la vertiente del Pacífico en Centro América, a través de la colaboración de propietarios de tierras, comunidades locales, y organizaciones diversas.

Actualmente Paso Pacifico desarrolla una importante estrategia de conservación y restauración en el Paso del Istmo, situado a lo largo del departamento de Rivas entre el Lago Nicaragua y el Océano Pacífico, el cual ha sido un estrecho pasaje que históricamente ha servido como puente de conectividad para muchas especies migratorias de vida silvestre entre Norte y Sur América.

En las últimas décadas, sin embargo, el cambio de uso de la tierra y el rápido aumento de las inversiones turísticas a gran escala han tenido graves consecuencias para el clima de la región, los bosques y la fauna silvestre. Paso Pacífico, en pro de revertir estos efectos negativos ejecuta proyectos en distintos componentes, tales como educación ambiental, agricultura sostenible, restauración de los bosques y conservación de la vida silvestre.

En este último componente se enfoca en desarrollar programas de conservación comunitaria de tortugas marinas con énfasis en la protección de nidos de tortugas tora, verde y carey en playas de anidación solitaria del corredor biológico Paso del Istmo, y dentro de este programa nos planteamos realizar un estudio sobre el éxito reproductivo de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en la playa Brasilón, la cual se encuentra ubicada al sur del Refugio de vida silvestre La flor en el pacífico Nicaragüense (pasopacifico.org).



#### II. Antecedentes

La presencia de Chelonia en la Costa Pacífica de Centroamérica ha sido documentada por Carr 1952. Ramboux 1982, y Frazier y Salas 1983 disiparon la confusión que existió entre *Chelonia* y *L. olivacea* en la Costa Pacífica de Guatemala. En el Salvador y Nicaragua Cornelius 1981 cita la presencia de Chelonia con base en comunicaciones personales locales (Cruz., et al 1987).

La tortuga verde (*Chelonia mydas*), se encuentra restringida en su distribución al pacífico oriental. En este rango de distribución geográfica, se encuentran los sitios de reproducción continental e insular más importantes para esta especie: Las playas de Colola y Maruata en el noroeste de la costa de Michoacán, México y las Islas Galápagos en el Ecuador respectivamente. En Michoacán, se encuentra el sitio de reproducción más importante a nivel mundial con aproximadamente el 70% de la población reproductora de tortuga verde o negra (Delgado y Alvarado, 2005).

Un estudio realizado en Arrecifes Alacranes en Yucatán México donde uno de los objetivos del estudio fue caracterizar la distribución espacio-temporal de la anidación de *Ch. mydas*. Esto, monitoreando hembras, nidos y crías en 10 km de playa. Al inicio de la temporada se realizó el balizado de las playas de las islas cada 100 m, lo cual sirvió para ubicar los nidos espacialmente y localizar las zonas de mayor densidad de nidos. Si se encontraba una hembra, se procedía a tomar medidas morfométricas como longitud y ancho curvo del caparazón (LCC y ACC respectivamente).

La densidad de nidos por cada 100 m de playa varió en cada isla. Las dimensiones de las playas no fueron necesariamente proporcionales al número de nidos registrados en ellas. En isla Blanca se registró la mayor densidad con 38 nidos, siguiéndole isla Chica con 36, isla Muertos con 34, isla Desterrada con 21 e isla Pérez con 14, todas cada 100 m.

Durante el monitoreo se midieron 72 hembras anidantes. El promedio del LCC fue de 106.5 cm. La talla mínima registrada fue de 92.6 cm y la máxima de 121 cm.



En este estudio se observó una tendencia a la baja en el número de nidos registrados de *Chelonia mydas*. Sin embargo, esto parece obedecer al comportamiento reproductivo bianual que presenta la especie de *Chelonia mydas* (CONANP, 2011).

La temperatura además de ser un factor que determina la proporción sexual en las crías de tortugas marinas, también tiene una gran importancia en la incubación y desarrollo de los huevos. Un estudio realizado en Tortuguero, Costa Rica, con nidos de tortuga verde (*Chelonia mydas*), relacionó el efecto de la temperatura de incubación con la determinación de sexos, demostrando que la temperatura de incubación inferior a los 28°C produce un alto porcentaje de machos, mientras que huevos incubados a temperaturas superiores de 29°C producen un mayor número de hembras.

En este estudio de Tortuguero, Costa Rica, se manejaron cuatro diferentes condiciones de temperatura de incubación para determinar cómo afectaba en la proporción de sexos en nidos de tortuga verde. Las condiciones variaron en la cantidad de luz solar (área con sombra y sin sombra) profundidad del nido (profundidad normal y a media profundidad) (Morreale et al., 1982).



# III. Objetivos

#### Objetivo general

 Analizar el éxito de anidación, morfologia y distribucion de nidos de Chelonia mydas en playa Brasilón en el Pacífico Sur de Nicaragua.

#### Objetivos específicos

- Estimar el éxito de anidación espacial y temporal de Ch. mydas en la playa Brasilón en términos espaciales (por tramo de playa) y temporal (por temporada y meses) tomando en cuenta los datos de nidos tomados en 2008 – 2011.
- Determinar el rango del tamaño de los individuos de Ch. mydas que visitan
   Playa Brasilón en el pacífico sur de Nicaragua.
- Determinar si existe relación entre tamaño de Ch. mydas y número de huevos depositados por nido.
- Estimar el efecto de la temperatura en el interior de los nidos durante el proceso de incubación y su éxito de eclosión.



#### IV. Literatura revisada

Según la Categoría mundial IUCN (2011) las tortugas marinas se encuentran clasificadas como especies amenazadas o en peligro de extinción, estudios realizados apuntan que, durante las últimas tres generaciones, el número anual medio de hembras nidificantes ha disminuido entre un 48 y un 67% a nivel global (Seminoff, 2004).

Por esta razón muchos países han adoptados diferentes leyes que protegen la caza y comercialización de productos de tortugas marina. Sin embargo, paralelamente a las medidas legales adoptadas por las instituciones responsables de su manejo, desde hace más de treinta años se han establecido campamentos de conservación y protección en las principales playas de anidación de tortugas cuya función principal es la protección de los huevos, vigilando los nidos naturales o trasladándolos a viveros. Sin embargo, es la temperatura uno de los factor de gran importancia en el proceso de incubación y existe en la bibliografía, una amplia serie de informes que reportan la influencia fundamental de esta variable en la determinación del sexo debido a su relación directa con la diferenciación sexual de los embriones (Mrosovsky y Pieau, 1991).

Durante la época de cielos despejados y escasa precipitación las temperaturas de algunas playas pueden alcanzar el umbral letal superior para los tortuguillos, provocando altas mortalidades. De manera que bajo condiciones menos adversas pueden darse, sin embargo, temperaturas en que se maximice totalmente la producción hacia tortuguitas hembras. Estas tendencias no obstante se exacerban con el cambio climático en ciertas localidades. De manera que el control de la temperatura, tanto in situ como ex situ es en tales circunstancias un paso necesario para asegurar la producción de tortuguitas que, una vez reclutadas en la población adulta, mantengan viable la reproducción (Chacón et al. 2007e).

Por otro lado la costa pacífica de Nicaragua posee, una extensión de 410 km, caracterizados por una gran diversidad fisiogeográfica en la que podemos encontrar



golfos, bahías, penínsulas, manglares y zonas intermareales, riscos costeros, arrecifes e islotes rocosos, así como una gran extensión de playas arenosas. (Rivera, 2004).

Sin embargo las aguas del Pacífico, más frías y profundas que las del Caribe, ofrecen una menor diversidad y abundancia de hábitats lo cual se refleja en una menor diversidad de fauna marina. Esto puede parecer contradictorio debido a la gran extensión de este litoral; sin embargo, la escasez de islas y arrecifes coralinos y la estrechez de la plataforma continental (menos de 70km en promedio). El clima de la región está caracterizado por la alternación entre una época seca de noviembre a abril y una lluviosa de mayo a octubre. Los ríos, que son de recorridos cortos y dinámicos, incrementan el volumen de descarga de sedimentos durante la época lluviosa. Los vientos tienen generalmente una orientación este-oeste y son particularmente intensos durante la época seca como producto de la influencia de los vientos alisios con dirección noreste-suroeste. Estos vientos son particularmente fuertes en el sur de Nicaragua debido al pasaje que ofrece la sección que ocupa el Lago de Nicaragua. Fenómenos como El Niño u Oscilación del Pacífico (ENSO) es un fenómeno importante y complejo que afecta a la región. El mismo responde a una serie de variables atmosféricas y oceanográficas que con cierta periodicidad se ven alteradas produciendo eventos que se conocen como El Niño o La Niña. Algunas de las características principales observadas durante un evento de El Niño en la región son reducción en las precipitaciones, calentamiento de las aquas costeras y reducción de la intensidad de los vientos durante la época seca (Urteaga et al. 2006).

Las playas de mayor relevancia para la anidación de tortugas marinas en el Pacífico de Nicaragua son: Chacocente, La Flor, Isla Juan Venado, Estero Padre Ramos y Península de Cosigüina. Todas áreas protegidas. Sin embargo, en la mayoría de las playas existe evidencia (aun cuando no hay estudios de frecuencia, ni de hembras anidantes) de anidación solitaria de las diferentes especies que visitan las aguas del pacífico nicaragüense (Urteaga et al. 2006).



#### 4.1. Ciclo de vida de las tortugas marinas.

Todas las tortugas marinas se reproducen por medio de fertilización interna. Luego de aparearse las hembras migran hacia las playas de anidación, generalmente a la misma playa donde nacieron. Se cree que ellas recuerdan su playa natal habiendo grabado en su memoria durante su recorrido del nido hacia el mar factores químicos, físicos y otros no conocidos hasta el momento, cuando están listas para poner sus huevos, las hembras emergen en las playas tropicales, subtropicales o templadas, generalmente de noche, según la especie, ponen entre 50 y 200 huevos por nido, una hembra usualmente no anida en los años siguientes; tardará normalmente de dos a cuatro años en regresar, con la posible excepción de las tortugas lora. Según la especie, las crías tardan entre 45 y 75 días en nacer. Los sexos de las crías se determinan por la temperatura de la arena durante la incubación las temperaturas altas producen hembras y las temperaturas bajas producen machos. Se cree que de las tortuguitas que emergen sólo una de cada 1,000 sobrevivirá para llegar a la madurez. La madurez sexual toma entre 10 a 50 años, dependiendo de la especie. No hay forma de determinar la edad de una tortuga marina, por su apariencia física. Se cree que algunas especies pueden vivir más de 100 años.

Las tortugas marinas poseen el rango más amplio de distribución de todos los reptiles. Habitan en los océanos y en los mares tropicales y subtropicales de todo el mundo. Algunas especies se desplazan hasta zonas templadas o sub-árticas, donde desempeñan funciones importantes dentro de estos ecosistemas.

Las tortugas marinas realizan migraciones de miles de kilómetros a lo largo de los océanos, desde las zonas de forraje y reproducción, hasta las playas de anidación (Solano et. al 2004b).



### 4.2. Morfología y Fisiología

Las tortugas marinas se miden para conocer y relacionar diferentes aspectos de su biología. En las zonas de alimentación, el tamaño permite asignar a los individuos su correspondiente fase del ciclo de vida (juvenil oceánico, juvenil nerítico y adulto). Previamente es necesario establecer los rangos de las tallas asignadas a cada una de estas fases. En las playas de anidación, las tortugas se miden principalmente para relacionar el tamaño corporal con el potencial reproductor, conocer las tallas de madurez sexual y caracterizar las hembras de una determinada población (Bolten 1999).

Las variaciones de temperatura que toleran las tortugas marinas dependen en gran medida del tamaño del animal y de su estado de salud. En el Laboratorio de Chesapeake, de la Universidad de Maryland, el doctor Schwartz 1978, al estudiar el efecto de la temperatura en las tortugas encontró que por debajo de 15 °C los adultos disminuyen rápidamente sus actividades y tienden a flotar dejándose llevar por las corrientes.

A temperaturas menores de 10°C dejan de alimentarse, y cuando los valores son inferiores a los 5 o 6 °C entran en estado comatoso y en pocas horas mueren. Estos valores parecen afectar en menor grado a los jóvenes y a las crías, las cuales, por causas desconocidas, parecen soportar hasta 3.5 o 4.5 °C antes de morir. Lo que más afecta a las tortugas es un cambio repentino hacia bajas temperaturas, *v. gr,* una rápida caída desde 15 o 20°C de temperatura ambiente hasta 5 o 6°C, y resulta fatal cuando permanecen a bajas temperaturas por periodos relativamente prolongados.

Aparentemente a la tortuga laúd no le afectan estas bajas temperaturas, ya que su gruesa piel y su mecanismo termorregulador le permite mantener su cuerpo hasta más de 15°C por encima de las temperaturas mínimas antes mencionadas, lo que les faculta para soportar con mayor eficiencia las variaciones climáticas. Por el contrario, temperaturas mayores a los 35°C provocan problemas a todas las especies de tortugas marinas, causándoles lasitud y ninguna de ellas llega a



tolerar periodos prolongados por encima de los 40°C sin verse afectada fisiológicamente e incluso pueden llegar a la muerte (Márquez, 1996).

También existe una variación en el equilibrio del agua dentro de los huevos. Desde el momento en que son depositados en la arena húmeda inician una absorción de agua durante las primeras horas de la incubación.

Los huevos de las tortugas son de cáscara delgada, porosa y poco calcificada, y fácilmente se desecan en un medio adverso; es por esto que la mayoría de los desoves ocurren durante la época de lluvia de tal manera que al quedar enterrados en la arena, a 30 o más centímetros de profundidad alrededor de un 15% de humedad relativa. Al absorber el agua los huevos se ponen turgentes, y su peso aumenta alrededor de 5% veces en el lapso de unas cuantas horas.

La cáscara del huevo tiene características de permeabilidad osmótica, tanto a líquidos como a gases, y a través de ella se efectúan los intercambios necesarios durante los casi dos meses que dura el desarrollo embrionario (Márquez, 1996).

#### 4.3. Especies de tortugas marinas del mundo

En América se encuentran seis especies de tortugas marinas de las siete que aún existen en el mundo (Solano, 2004a):

- 1. Dermochelys coriacea (tortuga laúd o baula)
- 2. *Chelonia mydas* tortuga verde, blanca o negra)
- 3. Eretmochelys imbricata (tortuga carey)
- 4. Caretta caretta (tortuga cabezona o caguama)
- 5. Lepidochelys olivacea (tortuga golfina o lora)
- 6. Lepidochelys kempii (tortuga lora)

## 4.4. Tortuga verde, prieta o negra (Chelonia mydas)

#### 4.4.1. Generalidades.

La Tortuga verde es la especie de mayor tamaño dentro de la familia Cheloniidae, aunque la morfología externa de esta especie no es uniforme geográficamente, en general presenta un caparazón oval aplanado dorso-ventralmente, con 5 escudos



vertebrales, 4 pares de escudos costales y 4 pares de escudos infra-marginales. La longitud recta del caparazón (LRC) de un adulto es de una media aproximada de 120 cm (71- 153 cm). Se caracteriza por presentar una cabeza con cuello corto, un par de escamas frontales, cuatro pares de escamas post-orbitales.

La mandíbula superior posee un borde ligeramente denticulado, mientras que la inferior presenta una denticulación más definida. Cada aleta presenta una uña, aunque en ocasiones pueden tener dos, los machos adultos presentan una cola mucho mayor que las hembras para facilitar el apareamiento.

Al igual que otras especies de la familia, el caparazón de las crías es predominantemente negro o gris oscuro, y el plastrón blanquecino. A medida que crecen, el caparazón cambia a un color café-oscuro o verde oliva. La coloración es bastante variable en adultos, pudiendo presentarse con un caparazón manchado o rayado de tonos marrones, grises, negros, verdes o negros. El nombre común de la especie deriva del color verde de su grasa corporal (Eckert et al. 2000)

Se han descrito híbridos de *Ch. mydas* con otras especies de tortuga marina como la tortuga boba (*Caretta caretta*) y la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) (Seminoff et al., 2004).

La clasificación taxonómica de la tortuga negra o prieta, presente en el este del Pacífico, ha desatado una gran controversia. Los estudios genéticos han confirmado que tanto la tortuga verde como la tortuga negra pertenecen a una misma especie, a pesar de las notables diferencias morfológicas y de color que existen entre ellas (Monzón-Arguello et al., 2011).

La especie presenta variaciones morfológicas y de coloración importantes en el este del Pacífico, conociéndose en esta área con el nombre de tortuga negra, o prieta (según países). Durante años, se ha debatido su clasificación taxonómica. Algunos autores han defendido la identificación de la tortuga negra como especie independiente *Chelonia agassizii*, y otros como subespecie de la tortuga verde, con *C. mydas* para la tortuga verde del Atlántico, y *C. mydas agassizii* para la



tortuga verde del Pacífico. Los estudios genéticos han invalidado esta subdivisión, indicando que la tortuga negra es una población regional pigmentada dentro del grupo de *C. mydas* del Pacífico, por ello, la comunidad científica no acepta su clasificación como subespecie (Pritchard, 1999).

La tortuga verde presenta una gran vulnerabilidad a las amenazas antropogénicas durante todo su ciclo de vida. Como amenazas directas destacan la recolección ilegal de huevos, así como la captura de adultos en playas de puestas, y de juveniles y adultos en las áreas de alimentación. A pesar de la gran reducción de algunas poblaciones, la caza continúa siendo legal en algunos países. En muchos países existen diferentes leyes que protegen las tortugas marinas en general, pero son ineficientes, bien por escasez de medios o bien por intereses económicos y valores tradicionales y culturales de uso de este recurso.

En algunas culturas, la carne de tortuga verde es más apreciada que la de otras especies de tortugas marinas. A estas amenazas hay que añadirles otras indirectas, como las capturas accidentales en pesquerías, la degradación del hábitat en las playas de puesta y áreas de alimentación. (Solano et. al 2004b).

Como adulto, la tortuga verde se alimenta principalmente de algas y fanerógamas marinas de ecosistemas litorales. Actualmente, estos ecosistemas sufren problemas importantes de contaminación y degradación, lo que constituye una grave amenaza para la conservación de esta especie. Aunque en menor medida debido a su alimentación, las basuras en el océano también perjudican directa e indirectamente a esta especie. En Nicaragua, las amenazas que enfrentan las tortugas verdes son las mismas que en el caso de otras especies de tortugas marinas: interacción con pesquerías, colisión con embarcaciones, degradación de hábitats y contaminación marítima y costera. (Monzón-Arguello et al., 2011).



# 4.4.2. Biología de la reproducción

La tortuga prieta desova entre agosto-noviembre con un pico de máxima actividad en octubre. Coloca un promedio de 65 huevos y anida dos veces por temporada a intervalos de 12-15 días. Posee una tasa de re-migración de 3 años y se sabe que temperaturas inferiores a 27° C masculinizan la población, en tanto que aquellas superiores a 31° C producen sólo hembras. Temperaturas intermedias entre estos dos valores engendran una proporción variable de ambos sexos. (Rueda et al. 2005)

Los adultos realizan migraciones desde las áreas de alimentación a las playas de anidación para la reproducción cada 2 ó 3 años, donde realizan varias puestas cada 12-15 días. La anidación ocurre en playas tropicales y ocasionalmente subtropicales de todos los océanos (Atlántico, Pacífico, Índico; mar Mediterráneo, y mar Rojo), tanto en playas remotas continentales como, preferentemente, en playas aisladas en islas oceánicas. Las hembras suelen elegir playas con oleaje muy fuerte, de tamaño variable pudiendo ser desde playas abiertas a pequeñas escalas

Los factores de mayor importancia para la selección de playas de puesta son: la topografía submarina frente a la costa, la pendiente, la textura de la arena y la presencia de zona de vegetación accesible, aunque la importancia de éstas y otras características varían según el área de puesta. La textura y las condiciones de la arena pueden variar radicalmente con los cambios ambientales, por lo que no parecen ser un factor determinante en la selección de playa, según (Monzón et. al 2011).

El éxito de eclosión, la duración de la incubación e incluso la longitud del caparazón de las crías se ven influenciados por el porcentaje de humedad de la arena durante el periodo de incubación.

Se estima que sólo una tortuga de cada 1.000 neonatos llega a reproducirse, aunque esta baja supervivencia podría contrarrestarse en condiciones naturales



gracias a la gran longevidad y alta fertilidad de la especie. Al igual que en el resto de especies de tortugas marinas y otros reptiles, la tortuga verde tiene determinación sexual mediada por la temperatura, siendo el segundo tercio del periodo de incubación en el que se determina el sexo de las crías (Johnston et al. 1995).

La temperatura viene determinada por la posición del nido en la playa, respecto al año, momento del año, la línea de marea, la línea de vegetación, el color de la arena y la profundidad del nido Además, la temperatura de cada huevo se ve influenciada por su localización dentro del nido, así como la influencia del calor metabólico de los huevos de alrededor (Monzón et. al 2011).

#### 4.4.3. Hábitat

Especie tropical que frecuenta las praderas de pastos marinos y anida en playas continentales o insulares. Como todos los miembros de la familia Cheloniidae tiene un complejo ciclo de vida que requiere para su supervivencia de ambientes oceánicos durante los primeros meses de vida, hábitats neríticos (entre 0 y 200m de profundidad) para los juveniles y extensas praderas de pastos submarinos para la alimentación de los adulto (Rueda et al. 2005).

#### 4.4.4 Historia natural

La tortuga negra se alimenta cuando adulta de algas, pastos marinos y vegetación terrestre arrastrada por las corrientes oceánicas, aun cuando ingiere productos de origen animal en los estadios inmaduros representados por tunicados, esponjas, medusas y moluscos (Rueda et al. 2005).

#### 4.4.5 Distribución

Posee una de las distribuciones más restringidas dentro de las tortugas marinas ya que habita en las aguas tropicales del Pacífico oriental a lo largo de las costas de Centro y Suramérica y las islas Galápagos (Rueda et al. 2005).



### 4.4.6 Estatus ecológico y amenazas

La tortuga prieta está clasificada como una especie En Peligro por la UICN y se encuentra incluida en el Apéndice I de CITES. La rápida declinación de sus poblaciones ha sido provocada por la sobreexplotación, el saqueo de los huevos y la mortalidad accidental en las redes de los arrastreros y otras pesquerías comerciales (Rueda et al. 2005).

### 4.6 Marco legal

La Convención CITES fue ratificada por Nicaragua mediante la resolución # 47 del 11 de junio de 1977 y ratificada por el Presidente gracias al decreto No 7 del 22 de junio de ese año, publicados ambos en La Gaceta Diario Oficial # 183 del 15 de agosto de 1977, fecha en la cual entró en vigencia. De conformidad con las disposiciones de la Constitución Nicaragüense, los tratados internacionales además de su aprobación por el Congreso, requieren de la ratificación del Poder Ejecutivo mediante un decreto oficial. Una vez que ello se realiza, el convenio es automáticamente aplicable, sin necesidad de instrumentos jurídicos adicionales, pues requiere tan sólo algunas normas de carácter instrumental. Los tratados internacionales prevalecen sobre las leyes nacionales, pero no pueden oponerse a la Constitución o alterar sus disposiciones (art. 182 de la Constitución Política) (Chacón, 2002a).

Según la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), éste convenio obliga a sus partes a regular el comercio internacional de fauna y flora silvestres en peligro de extinción. Es importante resaltar que este convenio sólo abarca el comercio internacional y no el local. Todas las especies de tortugas marinas que anidan en el Pacífico de Nicaragua se encuentran en el apéndice 1 de esta convención lo que implica que su comercio internacional está prohibido completamente. La responsabilidad administrativa y científica de esta convención en Nicaragua está a cargo del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales que cuenta con una oficina específica para dicha convención. Esta oficina ha ejecutado actividades para



impedir el comercio de tortugas marinas, como la divulgación en el aeropuerto (Urteaga et al. 2006).

En Nicaragua, desde 1958, vía decreto, se reglamentó el aprovechamiento de los huevos de tortugas, y se prohibió la destrucción de las tortugas. Por la Ley de Pesca de 1964, la tortuga se consideró recurso comercial a gran escala. Con la ratificación de CITES, restringió la exportación de este recurso. El decreto que se halla vigente, es el de 1958, que el MARENA (Ministerio de Recurso Naturales y Ambiente) implementa. Asimismo por Acuerdos administrativos de la autoridad nacional ambiental de 1980 y 1982, se norma acerca de los períodos de veda. (Chacón, 2002a).

La Ley 489: Ley de Pesca y Acuicultura. Entró en vigencia en el 2004 y obliga a la utilización adecuada de dispositivos excluidores de tortugas (DET) así como otros que pudieran disponerse (Arto 36). La infracción de esta norma está sujeta a multa y suspensión de licencia de pesca y a penas de 2 a 4 años de prisión. (Urteaga et al. 2006).

Existe una serie de entidades del Estado con incidencia en uno o varios aspectos de la conservación de las tortugas marinas. En este inciso se mencionan las más relevantes. Las funciones de estas instituciones están dispuestas en la Ley 290: Ley de Organización, Competencia y Procedimientos del Poder Ejecutivo (1998) y sus reformas.

- Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA)
- Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC)
- Administración de Pesca y Acuicultura (ADPESCA)
- Instituto Nicaragüense de Turismo (INTUR)
- Ministerio de Gobernación (MINGOB: Policía Nacional) y Ministerio de Defensa (MD: Ejercito y Fuerza Naval)
- La Procuraduría para la Defensa del Ambiente y los Recursos Naturales (PDARN)



- La Fiscalía General de la República
- Poder judicial. (Urteaga et al. 2006).

Actualmente el MARENA por medio de la resolución ministerial Nº 02.01.2013 establece que todas las especies de tortugas marinas en Nicaragua se encuentran en veda nacional indefinida. (MARENA, 2013).



### V. Metodología

### 5.1 Área de estudio

El presente estudio se realizó en playa de anidación solitaria Brasilón, ubicada a 3 km del Refugio de Vida Silvestre la Flor en la costa pacífica del sur de Nicaragua, a unos 25 km de la frontera con Costa Rica y 150 km al sur de Managua, 20 km al sur-este de la ciudad de San Juan del Sur, en la provincia de Rivas (85° 48'de latitud oeste y los 10° 8' longitud norte) véase la Figura1. Por su ubicación forma parte del área de amortiguamiento del área protegida RVS (Refugio de Vida Silvestre) La Flor, Brasilón se encuentra dentro de una pequeña bahía y cuenta con una playa de arena de unos 300 m. aproximadamente.

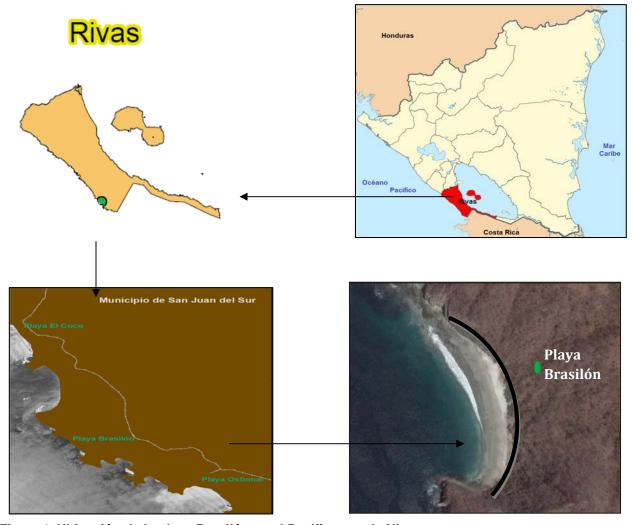


Figura 1. Ubicación de la playa Brasilón en el Pacifico sur de Nicaragua.



En esta localidad se realiza desde hace algunos años un proyecto de conservación de tortugas marinas coordinado por la ONG Paso-Pacifico.

#### 5.2 Muestra de estudio

Está compuesta por todas las tortugas verdes (*Chelonia mydas*), que llegan a desovar en los 12 tramos, distribuidos en los 300 m a lo largo de la playa Brasilón durante cuatro temporadas de anidación, desde el año 2008 hasta abril 2012 que se analizaron durante el procesamiento de datos.

#### 5.3 Distribución temporal y espacial de nidos de Ch. mydas.

#### 5.3.1 Distribución de nidos temporal.

Para determinar el éxito de anidación de tortuga verde (Chelonia mydas) en términos temporales se registraron los datos de nidos ovopositados en la playa Brasilón cada mes en el periodo de estudio comprendido desde 2008- 2011 (Datos facilitados por Paso Pacifico) junto con datos del 2012 que fueron recolectados en la fase de campo de este trabajo comprendido desde enero a mayo. Una vez obtenido los porcentajes de nidos exitosos, se realizó un análisis del coeficiente de correlación de Pearson, normalmente denotado como "r", es un valor estadístico que mide la relación lineal entre dos variables. Los rangos de valor van de +1 a -1, lo que indica una perfecta relación linear positiva y negativa respectivamente entre ambas variables, esto fue aplicado para determinar si existe relación entre el porcentaje de éxito de anidación en los meses de la temporada de reproducción de las tortugas en cada año.

## 5.3.2 Distribución espacial de nidos.

De igual manera se analizaron los datos para determinar los sectores o tramos de la playa de mayor frecuencia para las nidadas de tortugas verdes, se registró el tramo de playa donde ocurrió exitosamente la anidación.



### 5.4 Tamaño de de Ch. mydas

#### 5.4.1 Biometría de hembras anidantes

Las medidas fueron tomadas de la siguiente manera: Largo curvo mínimo del caparazón, se midió desde el punto medio anterior o muesca del escudo nucal a la mitad de la muesca posterior entre los escudos supracaudales (extremo posterior), el ancho curvo del caparazón se midió por el punto más amplio del mismo con cinta métrica flexible.

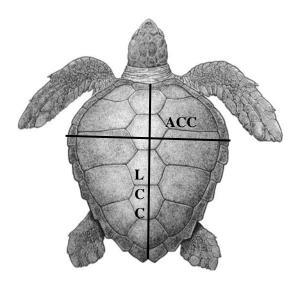


Figura 2. Esquema de las medidas del caparazón tomadas a las hembras nidificantes ACC (Ancho Curvo de Caparazón); LCC (Largo Curvo de Caparazón).

#### 5.4.2 Diámetro de huevos

Se tomó el diámetro de una muestra de 10 huevos en 5 nidos (siendo un total de 50 huevos) con un vernier, al realizar las mediciones se procuró no manipular mucho los huevos y de forma cuidadosa y rápida para no afectar el proceso de incubación de estos.

#### 5.4.3 Georreferenciación de nidos

Con la ayuda de un GPS marca Garmin, se georreferenció la ubicación de los tramos y cada uno de los nidos que desovaron las tortugas durante los meses de febrero-mayo 2012 para conocer con precisión los puntos de puestas.





Foto 1. Medición del diámetro de huevos de *Chelonia mydas* 



Foto 2. Toma de datos de nido

# 5.4.4 Correlación entre el largo curvo del caparazón (LCC) y huevos puestos (HP)

A fin de estimar la relación entre el largo curvo del caparazón (LCC) y huevos puestos (HP) en hembras de *Chelonia mydas* que anidaron en más de una ocasión en la playa, utilizamos un análisis de regresión lineal simple.

# 5.4.5 Efecto de la temperatura en el interior de los nidos de *Ch. mydas.*

Se marcaron *in situ* los sitios de los primeros 5 nidos de tortuga *Chelonia mydas* o verde que anidaron en la playa, con una estaca a la cual se le puso una cinta reflectiva que ayudó a visualizar los transectos por la noche, se les introdujo un termómetro Hobo (HOBO Pendant, Temperature/Light Data Logger) el cual se mantuvo adentro de los nido durante todo el periodo de incubación, luego de esto se procedió a exhumar cada uno de los nidos y a tomar los datos correspondientes.

# 5.5 Programación de los termómetros

Los termómetros se programaron para medir la temperatura a cada hora, para poder medir las variaciones a través del día. Los sitios de los nidos se



georreferenciaron con un GPS de marca Garmin y se marcaron con un indicador al cual se le fijó una cinta de color conteniendo los datos del nido: código de termómetro correspondiente, coordenadas del nido, profundidad del nido, numero de tramo, características del lugar, fecha de incubación y fecha posible de eclosión para facilitar su localización.

Para realizar el éxito de anidación de las hembras reproductoras se registraron los nidos exitosos (aquellos que fueron depositados en la playa) durante el periodo comprendido de abril 2008 a marzo 2012. Para cada uno de los nidos exitosos se registró: 1) La fecha, el turno, el tramo donde se realizó el éxito de anidación. 2) Medidas morfométricas de las hembras anidantes, ancho y largo de caparazón, ancho y largo de cabeza.

#### 5.6 Selección y señalamiento de los nidos

Cada nido fue nombrado con un código único numerado por orden cronológico y con las siglas *Ch.m* (iniciales de la especie *Chelonia mydas*). Los nidos se marcaron con una cinta de color rojo, diez días después de la ovoposición de los huevos de tal forma que los saqueadores de nidos no pudieran ubicar dichos nidos.

#### 5.7 Materiales

- Termómetros (HOBO Pendant,
   Temperature/Light Data Logger
- Tabla de Campo
- Libreta de campo
- GPS (Garmin)
- Lápiz
- Computadora
- Vernier digital o Calibre
- Bolsas Ziploc

- Cámara fotográfica
- Centímetros
- Cinta reflectiva
- Cinta métrica
- Folder plástico
- Guantes
- Hojas de Morfometría
- Linternas

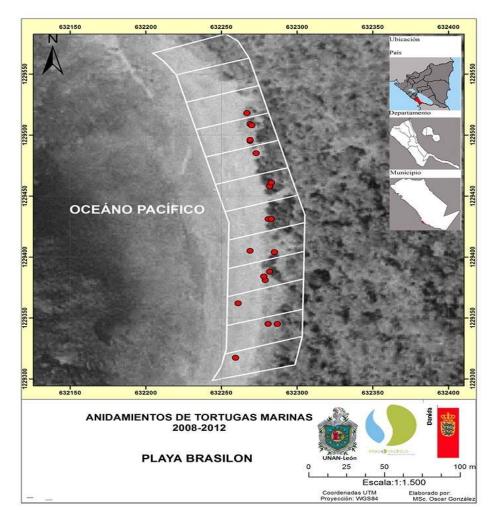


#### VI. Resultados

#### 6.1 Distribución total de nidos

Se analizaron los datos de distribución de nidos puestos en la playa Brasilón de los años 2008, 2009, 2010 ,2011 y los primeros 5 meses del 2012 estos se dividieron en cuatro temporadas de estudio.

La playa está delimitada de norte a sur por 12 tramos perpendiculares a la costa con una distancia de 25m de longitud tramos del 2 al 11, no obstante los tramos 1 y 12 miden una distancia de 30 m largo esto debidos a que son zonas cercanas a los bancos rocosos, por ende la presencia de individuos de *Chelonia mydas* es baja o nula en algunos casos.



Mapa 1. Ubicación de los 12 tramos donde anidan tortugas verdes en la playa Brasilón y cantidad de nidos por tramos registrados durante febrero-mayo 2012.



Los extremos de playa no se tomaron como tramos debidos a que son áreas con sustratos rocosos que quedan al descubierto al bajar la marea.

El mapa 1, nos indica los nidos que fueron depositados por las hembras en cada uno de los tramos entre los meses de febrero-mayo 2012, haciendo una lectura de la parte norte hacia el sur, nótese que hay cuatro puntos en el tramo 4, tres puntos en el tramo 9, dos puntos en los tramos 6, 7, 8 y 11, en los tramos 3, 5, 10 y 12 solo hay un punto en cada uno, mientras que en los tramos 1 y 2 observamos que no hubo presencia de hembras anidantes en estos meses.

Se puede observar que en esta fecha de estudios los individuos de *Ch. mydas* tienen preferencia de desove en los tramos 4 con 4 individuos y el tramo 9 con 3 individuos de un total de 19 hembras anidantes en esta playa.

#### 6.2 Distribución temporal de nidos.

Se analizaron los datos que durante 2008-2011 que fueron recolectados por guardabosques de Paso Pacífico junto con los datos recolectados en campo por nosotras, realizando recorridos diurnos y nocturnos en playa Brasilón, obteniendo los siguientes resultados.

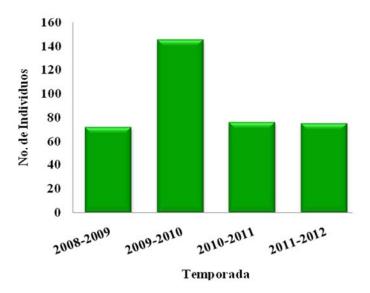


Figura 1. Distribución temporal de anidación de Ch. mydas en Brasilón 2008-2012.



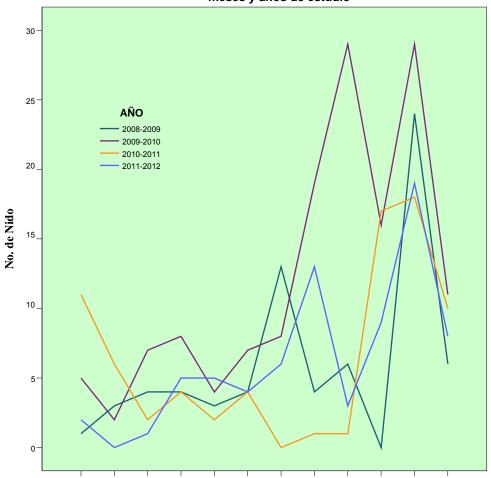
En la figura 1, se presentan las diferentes temporadas de estudio, en ella se muestran los resultados obtenidos en cada una de las temporadas, 2008-2009 se contaron 72 nidos, 145 en 2009-2010, 76 en 2010-2011 y 75 en 2011-2012. El total de nidos calculados a partir de los datos del 2008, fueron 368 nidos, siendo la temporada 2009-2010 la que tuvo mayor cantidad de nidos puestos en la playa por hembras anidantes a diferencia de las otras temporadas que mantuvieron un comportamiento homogéneo.

Se puede observar el incremento del número de hembras que anidan en playa Brasilón que presenta la temporada 2009-2010 y la homogeneidad en las otras temporadas.

Conforme el incremento que se dio en la temporada 2009-2010, se considera que este es un año pico de anidación con un mayor número de individuos desovantes en esta playa y se podría suponer que probablemente la temporada 2013-2014 sea un año de alto número de individuos.







Un total 368 nidos de tortuga verde (heses lonia mydas) han sido registradas en las 4 tempres ades describes a expossante describes a exp

2009. 2010 v 2012 en playa Brasilón. verdes en playa Brasilón fueron; enero, seguido de noviembre y diciembre; en cambio fueron los meses de mayo, abril y julio los de menor actividad. Por lo que es evidente que la época de mayor actividad de tortuga verde en esta playa va de finales de época lluviosa (octubre a diciembre), hasta comienzos de la época seca (febrero), con un pico de noviembre a enero.

En comparación entre las gráficas podemos notar que la temporada 2009-2010 presenta dos picos y tiene una tendencia sobresale entre las demás. Ver fig. 2

# 6.3 Distribución espacial de nidos totales.



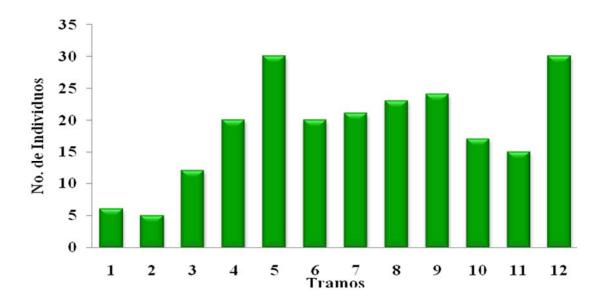


Figura 3. Distribución espacial de nidos de *Ch. mydas* en playa Brasilón en las temporadas 2008-2009, 2009-2010, 2010-2011 y 2011-2012.

Hemos analizado los datos de distribución de nidos puestos en la playa Brasilón durante 4 temporadas de estudio (2008-2009, 2009-2010, 2010-2011 y 2011-2012). En total se han contabilizado 368 nidos durante todas las temporadas y sólo 223 tienen registro de tramos, estos nidos durante las temporadas se estudios se obtuvieron los siguientes resultados, el 42 % de estos se concentran en el tercio medio de la playa o zona central (tramos 5 al 8), un 38 % se han registrado en el último tercio de la playa o la zona sur (tramos 9 al 12), y sólo un 20 % se concentran en el primer tercio de la playa o extremo norte (tramos 1 al 4).

Siendo los tramos 5 con 30 nidos y 12 con 30 nidos los que presentan mayor abundancia y los tramos no. 1 con 6 nidos y 2 con 5 nidos los que presentan menor abundancia. Ver fig. 3

# 6.4 Distribución espacial de nidos por temporadas.



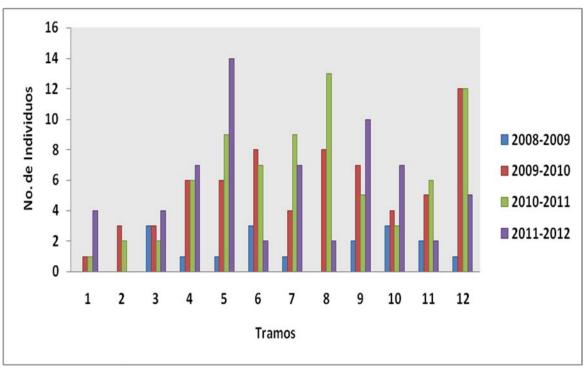


Figura 4. Distribución de frecuencia de individuos de *Ch. mydas* por tramos en las temporadas de 2008 a 2012.

En este gráfico podemos observar la distribución de los nidos en cada una de las temporadas por tramos, nótese que los tramos donde hubo mayor actividad de puesta son los tramos 5, 8, 9 y 12 durante todas las temporadas, y con los de menor actividad fueron los tramos 1, 2, 3 y 11 durante las 4 temporadas, habiendo ausencia de individuos en algunas de las temporadas en los tramos 1,2 y 8. Evidentemente notamos que durante la temporada 2010-2011 hubieron algunos picos en los tramos 5, 8 y 12, siendo esta la temporada con más presencia de individuos de *Chelonia mydas*. Ver fig.4

# 6.5 Morfometría de Chelonia Mydas



#### Foto 3. Hembra anidante de Chelonia mydas durante el día.

Se obtuvieron los promedios y desviación estándar (d.s) de medidas morfométricas de 189 hembras de *Chelonia mydas* que anidaron en playa Brasilón tomando en cuenta los datos de 4 temporadas de anidación:

- ✓ Largo Curvo de Caparazón (LCC). Se obtuvo un promedio de 86.68 cm (d.s.= 5.1) con un mínimo de 62 cm. y un máximo de 97 cm.
- ✓ Ancho Curvo de Caparazón (ACC). El promedio fue de 80.5 cm (d.s. = 5.8) con un mínimo de 63 cm. y un máximo de 94 cm.
- ✓ Largo de Cabeza (LC). El promedio fue de 16.5cm (d.s. =1.629) con un mínimo de 12 cm. y un máximo de 20 cm.
- ✓ Ancho de Cabeza (AC). Se obtuvo un promedio de 14 cm. (1.714) con un mínimo de 10 cm. y un máximo de 20c m.



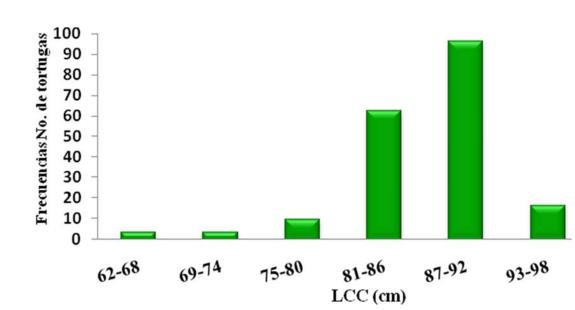


Figura 6. Histograma de frecuencias del largo curvo del caparazón (LCC) de la tortuga *Chelonia Mydas* durante el periodo de anidación marzo 2008- abril 2012 en playa Brasilón, en el municipio de San Juan del Sur, Rivas.

Se estimó la distribución del largo curvo de caparazón de 189 hembras anidantes de *Chelonia mydas*, y los rangos que más predominaron fueron 87-92 cm con un total de 96 hembras y 81-86 cm con 62. Ver fig. 6.

El promedio del LCC fue de 88 cm. La talla mínima registrada fue de 62 cm y la máxima de 98 cm.

#### 6.5.1 Diámetro de Huevos

Tabla 5. Tamaño Promedio de Huevos de Chelonia mydas anidantes en Playa Brasilón.

N. de Nidos	Diámetro promedio de huevos (mm)
Nido 1	46.7
Nido 2	42.59
Nido 3	44.87
Nido 4	43.57
Nido 5	43.12
Promedio total	44.17
Máximo	46.7
Mínimo	42.59
Desviación	1.646
estándar (d.s.)	

De una muestra de 50 huevos, 10 por nido, se obtuvo un diámetro promedio de 44 mm (d.s. 1.64) un mínimo de 42 mm y un máximo de 46.7mm.



# 6.5.2 Relación entre el Largo Curvo de Caparazón y el tamaño de la nidada (No. de Huevos) de *Chelonia mydas*

Se construyó el diagrama de dispersión con la intención de indagar acerca de una posible relación entre la cantidad de huevos por nido y el largo del caparazón de las tortugas anidantes. El cual consiste en un gráfico de "n" puntos, donde cada componente fue medido en un momento determinado, además se obtuvo la ecuación de la recta que describe tal relación, obteniéndose los siguientes resultados:

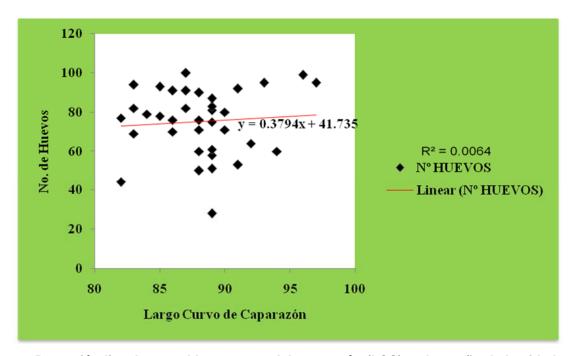


Figura 6. Regresión lineal entre el largo curvo del caparazón (LCC) y el tamaño de la nidada (No. de Huevos) de *Chelonia mydas*, en las hembras que anidaron durante la temporada de marzo 2008- abril 2012.

En este caso, se planteó una hipótesis nula (Ho) la cual indica que, Ho: El número de huevos puesto en el nido depende del largo curvo de caparazón de *Ch. mydas.* 

No se observa una relación lineal clara entre las variables es decir entre el largo curvo del caparazón (LCC) y el número de huevos, el valor de  $r^2$  = 0.0064 indica que la variabilidad total del No. de huevos es explicada en 0.64 % por la longitud



del caparazón. Los puntos no están suficientemente agrupados, como para asegurar que existe una relación entre ambas variables, es decir, ambas variables son independientes una de la otra, expresando que el largo curvo del caparazón no depende del tamaño de la nidada o número de huevos. Ver fig. 6

# 6.6 Temperatura en el interior de los nidos durante el proceso de incubación y su éxito reproductivo.

Los 5 nidos estudiados estuvieron en un periodo de incubación de 43 a 53 días como máximo, con temperaturas entre 27.76 °C como mínimo y 40.65 °C como temperatura máxima.

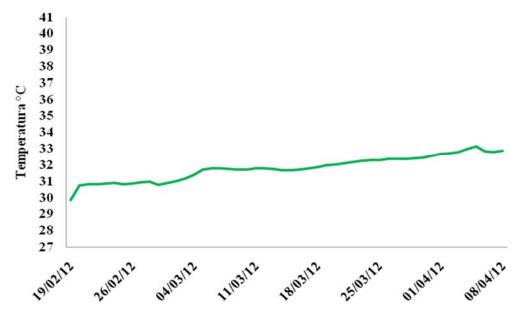


Figura 9. Promedio de temperatura por días durante el período de incubación del Nido 1.

En la figura no. 9 podemos observar que la temperatura no varió mucho durante los días de incubación donde tuvo un total de 50 días de incubación. Comprendido entre las fechas desde el 19 de febrero hasta 8 de abril, con un promedio mínimo de temperatura de 29.83 °C y con T.max de 33.13 °C, correspondiente al mes de abril. Profundidad de nido inferior de 55 cm y profundidad superior de 45 cm. Se



contabilizaron 50 cascarones vacíos y 11 sin embriones, para un total de 61 huevos en la puesta, representando un éxito de eclosión de 81%.

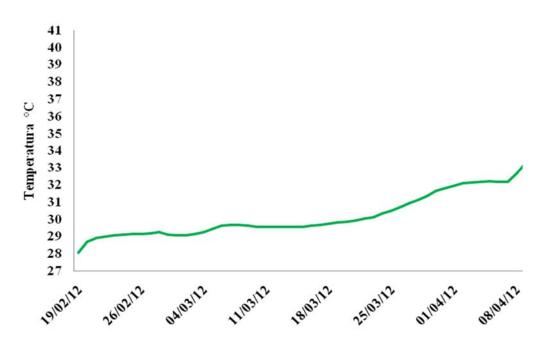


Figura 10. Promedio de temperatura por días durante el período de incubación del Nido 2.

La figura 10, nos presenta una elevación en la temperatura después de los 43 de incubación ya casi en la etapa final del desarrollo embrión tuvo un total de 51 días de incubación, entre las fechas comprendidas desde el 19 de febrero hasta el 9 de abril, presentó T.mín. de 28.05 °C alcanzando como T.máx de 33.5 °C. Con profundidad inferior de 55 cm y superior de 40 cm. Con 55 huevos no reproductivos y 6 huevos infértiles, para un total de 61 huevos en la puesta, esto representa el 0 % de éxito de eclosión.



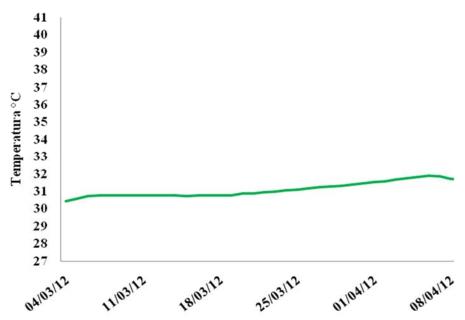


Figura 11. Promedio de temperatura por día durante el período de incubación del Nido 3.

En esta gráfica se observa como la temperatura se mantuvo estable durante todo el periodo de incubación que fueron 43 días, iniciando desde el 4 de marzo al 14 de abril. Este nido presentó T.mín de 30.45 °C y T.máx de 31.88°C. Tuvo una profundidad inferior de 55 cm y superior de 45 cm. En las exhumaciones se contabilizaron 27 cascarones y 15 huevos infértiles para un total de 42 huevos en la puesta. Representando un total de éxito de eclosión de 64 %. Ver fig. 11.



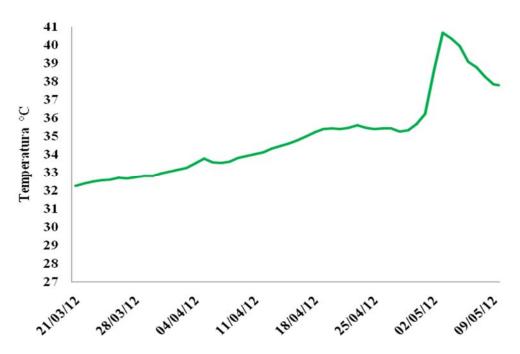


Figura 12. Promedio de temperatura por días durante el período de incubación del Nido 4.

En esta gráfica se observa como la temperatura aumentó durante los últimos días de incubación. Este nido tuvo 51 días de incubación, desde el 21 de marzo al 10 de mayo, con T.Min de 32.24 °C y T.máx de 40.65 °C, siendo ésta la temperatura más alta de todos los nidos. Presentó una profundidad inferior de 60 cm y superior de 48 cm. Se contabilizaron 18 cascarones y 22 huevos infértiles para un total de 48 huevos en la puesta. Para un total de éxito de eclosión de 41.86 %. Ver fig. 12.



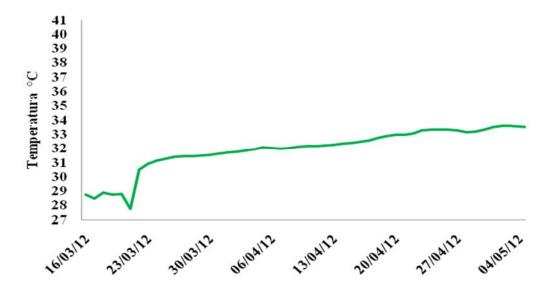


Figura 13. Promedio de temperatura por días durante el período de incubación del Nido 5.

Este nido tuvo 53 días de incubación, desde el 16 de marzo al 7 de mayo, con T.máx de 34.57 °C y T.mín. de 27.76 °C. Con una profundidad inferior del nido de 70 cm y superior de 55 cm. Contabilizándose 37 cascarones y 3 huevos infértiles, para un total de 40 huevos. Representando así un total de éxito de eclosión de 92.5 %. Siendo este el nido con mayor porcentaje de éxito de eclosión. Ver fig. 13



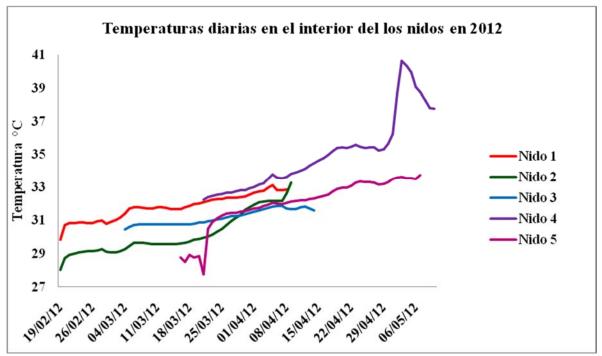


Figura 14. Temperaturas de los nidos de *Chelonia mydas* durante los meses de estudio en playa Brasilón (Febrero- Mayo 2012).

Durante los tres meses de estudio la temperatura osciló entre los 27.76 °C y los 40.65 °C en el interior de los nidos, presentando un aumento a medida que transcurre el tiempo de incubación, se puede notar que la gráfica del nido no. 4 tiene los mayores grados de temperatura, presenta una tendencia que sobresale entre las otras, sin embargo tuvo el 45% de éxito de eclosión.

Las gráficas de los nidos no. 1, 2, 3 y 5 tuvieron un comportamiento bastante parecido no obstante el nido no.1 presentó un éxito de eclosión del 0% por la tanto la temperatura no viene a ser el factor principal que esté afectando el desarrollo embrionario en esta especie. Ver fig. 14.



## 6.7 Comparación entre las temperaturas ambientales del Dpto. de Rivas y temperatura dentro de los nidos, en los meses de estudio que estuvo de febrero-mayo 2012 en playa Brasilón.

Según la estimación que nos brindó el programa "Excel" de las temperaturas ambientales en los meses de febrero-mayo 2012 comparando los datos obtenidos de las temperaturas máxima, media y mínimas en el interior de cada nido tomados con el termómetro hobo/pedant en comparación con la temperatura ambiental facilitadas por INETER del departamento de Rivas en la misma fecha.

Los resultados no muestran una diferencia significativa, ya que todos los valores de R^2 andan por debajo de 1, lo cual indica que no hay una suficiente relación entre las variables, a como se muestran a continuación en las tablas de datos.

Tabla 7. Correlación de temperatura mínima ambiental del Dpto. de Rivas y temperatura dentro de los nidos, temporada de febrero-mayo 2012 en playa Brasilón.

Temperatura Mínima								
	Nido 1	Nido 2	Nido 3	Nido 4	Nido 5			
R^2 Ajustado	0.586060121	0.421399729	0.297556639	0.038278632	0.210059505			
F	33.73587249	36.68713628	17.94409293	2.950308101	14.56182499			
Valor crítico de								
F	4.91463E-07	2.05188E-07	0.00013435	0.092307164	0.000374447			
α: 0.05								

En la tabla 7, se muestra el análisis de correlación de Pearson, entre las variables temperatura mínima ambiental y temperatura mínima dentro de los nidos, para saber si están relacionadas entre sí. Se obtuvo un coeficiente de R^2=0.58, 0.42, 0.29, 0.03 y 0.21 respectivamente del nido 1 al 5, esto sugiere que existe una correlación media positiva en el nido 1, y en los nidos 2, 3, 4 y 5 existe una correlación baja positiva entre ambas variables.



Tabla 8. Correlación de temperatura media ambiental del Dpto. de Rivas y temperatura dentro de los nidos, temporada de febrero-mayo 2012 en playa Brasilón.

Temperatura Media								
	Nido 1	Nido 2	Nido 3	Nido 4	Nido 5			
R^2 Ajustado	0.586060121	0.652569588	0.612207707	0.338456098	0.422221833			
F	70.37467822	93.0354371	64.14800156	26.06915832	38.26917132			
Valor crítico de								
F	5.72551E-11	8.14579E-13	9.20044E-10	5.61726E-06	1.12322E-07			
α: 0.05								

En la tabla 8, se observa el análisis de correlación entre la temperatura media ambiental y temperatura media dentro de los nidos, donde se obtuvo un coeficiente de R^2= 0.58, 0.65, 0.61, 0.33 y 0.42, en cada uno de los nidos respectivamente, que sugiere que existe una correlación media positiva en los nidos 1, 2 y 3, y una correlación baja positiva en los nidos 4 y 5 entre ambas variables.

Tabla 9. Correlación de temperatura máxima ambiental del Dpto. de Rivas y temperatura dentro de los nidos, temporada de febrero-mayo 2012 en playa Brasilón.

Temperatura Máxima								
	Nido 1	Nido 2	Nido 3	Nido 4	Nido 5			
R^2 Ajustado	0.455089707	0.427993231	0.275442701	0.328238079	0.316374577			
F	41.92305818	37.66332194	16.2061239	24.94250908	24.60225775			
Valor crítico de								
F	4.7011E-08	1.5479E-07	0.000253594	8.22115E-06	8.53113E-06			
α: 0.05								

Se realizó un análisis de correlación para saber si existe relación entre la temperatura máxima ambiental y temperatura máxima dentro de los nidos, obteniendo un coeficiente de R^2= 0.45, 0.42, 0.27, 0.32 y 0.31 respectivamente en cada uno de los nidos, encontrándose que existe una correlación baja positiva entre ambas variables en todos los nidos. Ver fig. 9.



#### VII. DISCUSIÓN

El número de tortugas verdes en playa Brasilón se empezó a evaluar en el año 2008, por eso no se puede dar valor a la tendencia de la población durante el período de estudio ya que no existe un trabajo previo de monitoreo, por lo tanto se necesitan más años de seguimiento intensivo para poder determinar cuál es la tendencia de anidación de las tortugas en esta playa.

Según los registros reportados desde 2008, la tortuga verde es la especie más abundante en playa Brasilón, y aunque no presenta eventos de anidación masiva, durante las temporadas 2008, 2009, 2010 y 2011 se han documentado 368 nidadas. Esta playa es la que tiene mayor actividad de presencia de ésta especie a diferencia de otras playas solitarias del pacífico sur de Nicaragua. Se han comparado registros del RVS La Flor y RVS Río Escalante-Chacocente, que son las dos únicas playas de arribadas masivas de *Lepidochelys olivácea*, y algunos registros de *Ch. mydas* (datos no publicados), evidenciando que el número de hembras anidantes de tortugas verdes es menor al de playa Brasilón desde el 2008.

La temporada 2009-2010 tuvo un aumento en el número de nidos con respecto a las temporadas 2008-2009, 2010-2011 y 2011-2012 lo que puede suponerse que la temporada 2012-2013 tenga un comportamiento similar en el número de nidos, según Troëng (2007), en Playa Tortuguero el modo más común para remigración en esta especie se da en un intervalos de 2 a 3 años.

No obstante, estos datos nos indican que hay que recopilar más información sobre las anidaciones de esta especie, ya que la base de datos necesita tener al menos valores anuales iguales o superiores a la edad en que tarda una generación en darse. Chacón et al. 2000 nos indica que las tortugas verdes tardan entre 20-50 años en madurar, por los datos mínimos necesarios para poder deducir su estado poblacional necesitan tener 20 años de observaciones.



Por muchos años en esta playa el saqueo de huevos por parte de los pobladores de las comunidades aledañas fue una de las principales amenazas de la especie hasta el 2008 que se encuentra bajo protección de Paso pacifico, Chacón et al. 2000, expone que esta es una de las causa principales por la cual después de varios años de saqueo de huevos en una playa las hembras dejan de llegar, dado que no hubo hembras jóvenes madurando para sustituir a sus madres; por lo que es impacto que no se refleja inmediatamente en la playa, sino hasta periodos superiores a los años equivalentes a varios ciclos de madurez sexual.

Sin embargo, aunque la mayor parte de los nidos de tortugas verdes se protegen en esta playa desde 2008, el impacto causado por muchos años de recolección de huevos en la sobrevivencia de la especie seguramente ha disminuido la posibilidad de generar "tortuguitas" que remplacen las hembras maduras que desaparecen por mortalidad natural o provocada por el hombre, y en algunas ocasiones las más jóvenes no ovopositan cuando hay mucha presencia de personas y reaccionan nerviosas con el contacto de la luz blanca, y por ende regresan a la playa sin poner sus huevos.

De manera que una cosecha de huevos descontrolada como la que se ha dado en la playa de Brasilón hasta 2008 no será evidente hasta varias décadas en el futuro, debido a los años que le toma a una tortuga alcanzar su estado de madurez.

Fenómenos naturales como tormentas tropicales y huracanes pueden contribuir a la mortalidad de las tortugas en el mar, particularmente en aguas someras. Las tormentas pueden alterar los patrones de migración de las tortugas y la abundante lluvia inunda y elimina los nidos en las playas. El fenómeno de "El Niño", puede causar reducción de la producción de alimento y provocar reducción del crecimiento y la fecundidad en las tortugas marinas, según Moncada, et al. 2011.

En esta playa se dan frecuentes cambios en la morfología de la arena, dado que se notan cambios en las dunas, aumento del nivel del mar y erosión de la costa, estos



factores pueden provocar pérdidas de los nidos y disminución en el porcentaje de eclosión de neonatos de esta especie.

Según Moncada, et al. (2011), el cambio climático pone en peligro a los machos de las tortugas marinas ya que el género de estas especies, es determinado por la temperatura de incubación. Además, sus lugares de anidación en las playas pueden desaparecer por el aumento del nivel del mar. Lo que se asemeja a nuestro estudio donde uno de los datos de nidos presentaron un aumento elevado de temperatura en el interior, y en otros casos que hubo aumento del nivel del mar, provocando consigo incremento en las olas, erosión de la costa y a su vez la disminución de la posibilidad de éxito de anidación.

Durante la realización de este trabajo hemos notado fluctuaciones en la temperatura de la arena lo que puede traer consecuencias en la proporción de machos y hembras nacidas. También hemos notado que las costas de Brasilón están sometidas a variaciones constantes (fluctuaciones) producto de las mareas, lo que ha traído como consecuencia que algunos nidos sean arrastrados por las olas, provocando afectación en la supervivencia de los nidos.

Por otro lado esta playa tiene ventajas ya que especies como *Chelonia mydas* tiene preferencia de desove, esto se debe a que es una playa solitaria con difícil acceso de parte de las comunidades.

En playa Brasilón la mayor parte de las nidadas se concentran en la parte sur de la playa, y aunque les protege de los fuertes vientos, los nidos quedan más expuestos a la línea de marea, por lo que se debe de tener un constante manejo de los nidos por parte de los guarda playas para protegerlos del oleaje principalmente en los días de tormentas.

Según NMFS & USFWS 1998 al menos en Michoacán, México; la tortuga verde del pacífico anida entre agosto y enero, con un pico de actividad en octubre y noviembre; en cambio en las Islas Galápagos anida entre diciembre y mayo



(NMFS & USFWS 1998), y Chacón (2000) sugiere que la anidación de esta tortuga en Playa Naranjo, Costa Rica, ocurre todo el año, con un pico de actividad entre octubre y marzo, lo cual concuerda con nuestros datos en donde encontramos una fase de anidamiento de octubre a febrero con picos de noviembre a enero.

Por otro lado, debido a que las tortugas marinas no tienen cromosomas sexuales diferenciados, es inminente que se maneje el concepto de temperatura pivotal, debido a que en las tortugas marinas existe un valor específico de temperatura en el nido. En los nidos sin manipulación humana y en condiciones ideales, podría producirse un balance de aproximadamente 50% de hembras y 50% de machos, lo cual se da naturalmente por una combinación de clima, zonas de la playa y las cantidades de nidos para cada época climática en la misma temporada de desove.

Sin embargo, los huevos incubados después de la segunda parte del periodo de incubación y con una temperatura sobre ese valor de temperatura pivotal, producirán hembras y los huevos que se desarrollen en un medio con una temperatura menor a la pivotal, producirán machos (Eckert et al. 2000). Datos que no pueden ser comprobados, pero que podríamos suponer que la población de tortuguillos nacidos en el periodo de estudio febrero-mayo 2013 en playa Brasilón, fueron hembras.

Según Chacón (2000), la temperatura pivotal para la tortuga verde (*Chelonia mydas*) es de 28.6 °C, por lo que en nuestro caso sólo uno de los nidos monitoreados presentó temperaturas promedio igual o menor a esta cifra. Por lo que es de pensar que casi todos los tortuguillos nacidos en los nidos monitoreados durante este estudio fueron hembras. Sin embargo, un nido presentó temperaturas mínimas igual o menores a la temperatura pivotal (28.6 °C), el cual fue el nido 5 que tuvo temperaturas mínimas de 27.76 °C, no obstante, también fue el obtuvo uno de los mayores valores de temperatura con 34.57 °C, sin embargo es importante mencionar que tuvo el mayor éxito de eclosión de 92.85%.



Por otro lado el nido 1, presentó temperaturas mínimas de 29.83 °C, y máxima de 33.13 °C, por lo que estuvo entre los rangos de temperaturas óptimas para el desarrollo embrionario, pero este presentó resultados del 0% de éxito de eclosión lo que podría hacer pensar que la causa de que estos huevos no tuvieran un desarrollo embrionario se debe a otro factor muy importante lo cual es que existe un número efectivo de machos bajo, que influiría en la fertilidad de los huevos, según Azanza et al.,( 2006).

Según Márquez, 1996; Miller, 1997; Miller, 1999 la dificultad para distinguir entre la muerte en el oviducto y/o la muerte embrionaria temprana (antes de la formación de manchas de sangre) de la infertilidad, imposibilita hacer un análisis completo acerca de la fertilidad de los huevos de tortugas marinas.

Cuando nos basamos en programas de monitoreo a largo plazo como el que se mantiene en la playa Brasilón desde 2008, la extracción de huevos de tortugas marinas por pobladores de las comunidades aledañas son unos de los principales responsables de la disminución de las poblaciones y si no se hacen patrullajes, todo se perdería siendo esto la principal amenaza y por tanto el elemento principal para el manejo de playa. Si los cambios son pequeños, es posible que no se requiera ninguna acción y los esfuerzos de conservación podrían enfocarse en otros aspectos; pero si los cambios son grandes, las acciones de manejo deberán ajustarse para resolver primero amenazas específicas. Por lo que las decisiones críticas concernientes al manejo de hábitats *in situ* o viveros deberán estar basadas sobre datos precisos.

En cuanto al análisis estadístico no encontramos evidencias que indicaran una relación significativa existente entre el tamaño de la nidada de las tortugas verdes y el largo de caparazón, pero Hirth 1980, encontró evidencias que indican una relación altamente significativa entre el tamaño de la nidada de las tortugas verdes y el largo del caparazón en once diferentes localidades del mundo con una



muestra de 21 poblaciones de tortugas verdes, lo que contrasta con los análisis estadísticos aquí obtenido que establece que ambos parámetros son independientes, evidenciado por el hecho de que frecuentemente tortugas grandes colocaron menos huevos que las pequeñas y viceversa.

Según nuestros datos analizados, el tamaño de la nidada no depende del tamaño del cuerpo de las hembras anidantes, lo que coincide con los datos de Bjorndal y Carr 1989, que encontró que el tamaño de la nidada en las tortugas verdes no está influenciado aparentemente por factores ambientales o por el tamaño del cuerpo de la hembra. El número de días entre nidos dentro de la temporada de anidación y el número de años entre temporadas de anidación no pudo afectar significativamente el tamaño de la nidada.

Roa 2009, señala que en el pacifico mexicano, las tortugas verdes tienen un mínimo de 92.7 cm y un máximo de 116.4 cm del LCC, siendo estas de un tamaño superior a las que anidan en nuestras playas del pacífico sur que presentan un LCC mínimo de 62 cm de y un máximo de 97 cm.

Brasilón se caracteriza por ser una bahía en forma de herradura, tiene 12 tramos, 10 tramos son homogéneos, y 2 tramos no homogéneos, no obstante, los tramos 1 y 12 son zonas cercanas a los bancos rocosos, es por ello que la presencia de individuos de *Chelonia mydas* en baja o nula en algunos casos.

Bustard 1972 y Bustard y Greenham 1963 expresa la tortuga verde anida aproximadamente sobre la línea de vegetación, lo cual indica la existencia de un mecanismo fijado donde el anidamiento efectivo es estimulado por la presencia de vegetación.



#### VIII. Conclusión

Las altas temperaturas, mareas altas, saqueadores de huevos, erosión de la arena e incremento de la misma, entre otros factores favorecen el declive de la población de las tortugas en Playa Brasilón.

La temperatura ambiental no está influenciada directamente con el aumento y/o disminución de la temperatura interna de los nidos, es decir ambas variables son independientes una de la otra.

El efecto negativo de temperaturas altas de los 5 nidos, podría estar relacionado con el estado del tiempo, ya que en los meses de marzo, abril y mayo, según reportes de INETER en los últimos 5 años, presentan los mayores rangos de temperaturas a diferencia del resto del año.

Según los datos tomados de desove de *Chelonia mydas* en el año 2012 la especie tiene mayor preferencia en la vegetación y en la parte más alta de la playa representado por 7 individuos de 20 reportes que se registraron en total, seguido por 4 individuos en duna y 3 individuos en sombra.

El total de nidos calculados a partir de los datos del 2008, fueron 368 nidos, siendo la temporada 2009-2010 la que tuvo mayor cantidad de nidos puestos en la playa por hembras anidantes a diferencia de las otras temporadas que mantuvieron un comportamiento homogéneo.

Los meses de mayor anidamiento de tortugas verdes fueron en noviembre, diciembre y enero; en cambio los que presentaron menor actividad fueron abril, mayo y julio, siendo la época de mayor actividad en esta playa desde finales de época lluviosa (octubre a diciembre), hasta comienzo de la época seca (febrero), con un pico de noviembre a enero.

La zona donde se obtuvo mayor porcentaje de puesta fue en tercio medio de la playa o zona central con el 42 % de los nidos registrados esta se encuentra entre los



tramos 5 y 8 esto probablemente se deba a que es la parte de la playa más plana y libre de sustratos rocosos.

La continua implementación de monitoreo de playas por parte de Paso Pacifico, ha sido exitoso en la reducción de visitas de hueveros. Y es por ello que es necesaria de igual forma la participación de la población.

Otro factor es la erosión de la arena, que conlleva a que las tortugas no arriben hasta la parte más alta de la playa que es donde se encuentra la vegetación considerada como el sector de mayor preferencia para ésta especie para depositar sus huevos.



#### IX. RECOMENDACIONES

Se consideran necesarias las siguientes recomendaciones para consolidar el monitoreo de tortugas marinas en playa Brasilón y llegar a determinar realmente que está pasando con estas especies, estas son:

La conservación de las tortugas marinas en playa Brasilón requiere continuar con las acciones de resguardo y fortalecimiento de capacidades locales para el monitoreo de las tortugas.

Otro problema que debe ser regulado, son los desperdicios arrojados a la costa o directamente al mar por parte de hueveros, turistas, etc.; tales como latas, plásticos, anzuelos, redes, vidrios y otros obstáculos que tienen el potencial de retardar y hasta impedir el paso de las tortugas hacia los sitios de anidación más seguros.

Se debe de analizar y publicar la información pertinente de las especies de tortugas marinas en cuanto al uso extractivo y el impacto de este uso a largo plazo en la sobrevivencia.

Promover la participación de los ciudadanos del municipio, con énfasis en las comunidades que aprovechan el recurso, haciendo uso de campañas de educación que construyan vínculos correctivos entre los recolectores ilegales y el mercado negro de los subproductos de las tortugas marinas.

En la temporada pico de anidación en playa Brasilón (noviembre – enero) la actividad de pesca debe ser limitada en las cercanías de la playa donde anidan las tortugas marinas, tanto dentro como fuera del agua. Estas disposiciones deben ser implantadas por las autoridades y el cumplimiento debe ser indispensable. Ya que no cabe duda de que si las comunidades vecinas que comparten este recurso se unen para proteger a las tortugas marinas, estas restricciones serían un paso adelante en la conservación de estas especies.



Aun cuando las mejores y más recomendadas alternativas de protección de huevos deben ser in situ (sin manipulación o intervención humana), hay ciertas circunstancias bajo las cuales el movimiento de los huevos debe ser una opción viable en playa Brasilón, principalmente cuando se presenta erosión, sufre inundaciones o una exagerada recolección furtiva, la relocalización de nidos a zonas más seguras y estables sobre la misma playa puede ayudar a mitigar los altos niveles de pérdidas de nidos.

Es necesario evitar al máximo la recolección de huevos, la matanza de hembras, la erosión y la apatía de la comunidad hacia la participación en la conservación de las tortugas marinas. Es importante hacer partícipe a la gente local, en aspectos como la ubicación de las zonas más estables para los viveros, las técnicas de recolección de los huevos, su proceso de ubicación en los viveros y la liberación de los neonatos; esta integración comunidad-recurso agrega una mayor oportunidad de éxito del esfuerzo.

Debido a que la temperatura de la arena durante la incubación varía durante el día, establece la duración de la incubación, influye en la sobrevivencia embrionaria y por lo tanto determina el sexo de las crías, el monitoreo de la temperatura es extremadamente importante para comprender el ambiente de incubación en playa Brasilón, aún si la relocalización de los huevos es una opción para la conservación de los nidos.



#### X. Bibliografía

- Azanza, J., Ruisanchez, Y., Ibarra, M., Urquiola, A., Castellanos, C., Ríos, D (2006): Indicadores del éxito reproductivo de la tortuga verde (*Chelonia Mydas*) en tres playas de la península de guanahacabiles, pinar del río, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 27(1):69-78
- Arzola-González Juan F. 2007 Humedad y temperatura en nidos naturales y artificiales de tortuga golfita, Lepidochelys olivácea, Revista de Biología Oceanografía: 42(3): 377 383, disponible: <a href="http://www.scielo.cl/pdf/revbiolmar/v42n3/art17.pdf">http://www.scielo.cl/pdf/revbiolmar/v42n3/art17.pdf</a>.
- Chacón, D. 2002. Diagnóstico sobre el comercio de las tortugas marinas y sus derivados en el istmo centroamericano. Red Regional para la Conservación de las Tortugas Marinas en Centroamérica (RCA). San José, Costa Rica. 6-33 p.
- Chacón, D., Arauz, R. Diagnóstico regional y planificación estratégica para la conservación de las tortugas marinas en Centroamérica. Septiembre, 2001.
   Disponible en <a href="http://awsassets.panda.org/downloads/diagnostico">http://awsassets.panda.org/downloads/diagnostico</a> tm ca 01.pdf.
- Chacón, D; Valerín, N; Cajiao, M. V; Gamboa, H. y Marín, G. 2001. Manual para mejores prácticas de conservación de las tortugas marinas en Centroamérica. 110 pp.
- Chacón, D., J. Rodríguez, O. Porras, Y. Matamoros, L. Rojas y M. Solano. 2001.
   Informe Nacional de Costa Rica. Primer reunión del diálogo de los Estados de distribución de la carey en el Gran Caribe. Informe preparado por la Autoridad Nacional CITES.
- Chacón, D., Sánchez J., Calvo, J., y Ash J. 2007, Manual para el manejo y la conservación de las tortugas marinas en Costa Rica; con énfasis en la operación de proyectos en playa y viveros: Disponible en



#### www.panda.org.lacmarineturtlesmanualviveros.

- Delgado y Alvarado. 2005. Tortugas marinas de Michoacán. Historia Natural y Conservación. Morelia, Michoacán, México.
- Eckert, K.L., K.A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois and M. Donnelly (Editores). 2000.
   Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. UICN/CSE Grupo Especialista de Tortugas Marinas. Publicación nº 4 (Traducción al español).
- Girondot, M; Fretey, J; Prouteau, I; Lescure, J. 1990. Hatchling success for Dermochelys coriacea in a French Guiana hatchery. Pp. 229-232. En: Richardson, T. H; Richardson, J. I; Donnelly, M. (Compilers). Proceedings of the Tenth Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technican Memorandum NMFS-SEFC-278.
- Cruz G., Espina1, M., y Meléndez O. Primer registro de anidamiento de la tortuga marina *Chelonia agassizii* en Punta Ratón, Honduras. Rev. Biol. Trop., 35(2): 341-343, 1 987.
- Hirth, Harold F. (1980). Some Aspects of the Nesting Behavior and Reproductive Biology of Sea Turtles. Amer. Zool., 20:507-523
- Johnston, C. M., Barnett, M., Sharpe, P. T. (1995). The molecular biology of temperature-dependent sex determination. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B, 350: 297-304.
- Márquez, René. Las tortugas Marinas y nuestro tiempo. 1996. Disponible en México, D.F.
- McGehee, M. A. (1990). Effects of moisture on eggs and hatchlings of loggerhead



sea turtles, Caretta caretta. Herpetológica, 46(3): 251-258.

- Moncada, F., Azanza, J., Nodarse, G., Medina, Y., Forneiro, Y. Las tortugas marinas y el cambio climático en Cuba. Medio Ambiente y Desarrollo; Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente. Año 11, No.20, 2011.
- Monzón-Argüello, C., Tomás, J., Naro-Maciel, E., Marco, A. (2011). Tortuga verde
   Chelonia mydas. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles.
   Salvador, A., Marco, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
   http://www.vertebradosibericos.org/
- Mrosovsky, N. and Pieau, C. 1991. Transitional range of temperature, pivotal temperatures and thermosensitive stages for sex determination in reptiles. -Amphibia-Reptilia 12: 169-179.
- CONANP. Parque Nacional Arrecife Alacranes. 2011. Conservación y protección de la Tortuga verde (*Chelonia mydas*) en el Parque Nacional Arrecife Alacranes, Yucatán. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Disponible en http://www.conanp.gob.mx/acciones/fichas/tortuverde/tortu verde.pdf
- Rivera, Cesar (2004), Guía Indicativa. Nicaragua y el sector pesquero. Centro de Investigación Pesquera y Acuícola, MIFIC. Actualización al año 2004
- Rueda, J. V. et al. 2005. Tortugas marinas neotropicales. Serie Libretas de Campo. Bogotá. Unidad de Conservación de Especies del CBC de los Andes -Conservación Internacional. Colombia.
- Seminoff, JA 2004. *Chelonia mydas*. En: UICN 2011. Lista Roja de Especies Amenazadas. Versión 2011.2. Disponible en www.iucnredlist.org.



- Solano, M., Troëng, S., Drews, C., Dick, B. (2004). Convención interamericana para la protección y conservación de las tortugas marinas – una introducción, septiembre 2004. San José, Costa Rica.
- Solano M., Troëng S., Drews C, Dick, B. 2004, Una Introducción a las Especies de Tortugas Marinas del Mundo. Octubre 2004, San José, Costa Rica. <a href="http://www.iacseaturtle.org">http://www.iacseaturtle.org</a>
- Troëng S., Chaloupka M. 2007, Variation in adult annual survival probability and remigration intervals of sea turtles., Mar Biol 151:1721–1730 (2007)
- Urteaga, J. Díaz, L.2006. Estrategias para la conservación de las tortugas marinas en el Pacifico de Nicaragua.
- Velásquez, F., Prieto, A., Guada, H., González L., Rondón, M. Algunos aspectos de la biología reproductiva de la Tortuga Cardón (*Dermochelys coriácea*) (Vandelli, 1761) (Reptilia: Dermochelyidae) en Playa Quereparé, Península de Paria, Estado Sucre.



#### XI. Anexos

Tabla 1. Distribución de total de nidos por temporadas del 2008-2012.

Temporada	Éxito de anidación
2008-2009	72
2009-2010	145
2010-2011	76
2011-2012	75
Total general	368

Tabla 2. Distribución espacial de nidos de *Ch. mydas* en playa Brasilón en las temporadas 2008-2009, 2009-2010, 2010-2011 y 2011-2012.

Tramos	Éxito de anidación
1	6
2	5
3	12
4	20
5	30
6	20
7	21
8	23
9	24
10	17
11	15
12	30
Total general	223



Tabla 3. Distribución de nidos de *Ch. mydas* por tramos en las temporadas del 2008 a 2012.

Tramos		Temporadas	de Estudio		Total general
	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	
1	0	1	1	4	6
2	0	3	2		5
				0	
3	3	3	2	4	12
4	1	6	6	7	20
5	1	6	9	14	30
6	3	8	7	2	20
7	1	4	9	7	21
8	0	8	13	2	23
9	2	7	5	10	24
10	3	4	3	7	17
11	2	5	6	2	15
12	1	12	12	5	30
Total general	17	67	75	64	223

Tabla 4. Morfometría de hembras *Chelonia mydas* en playa Brasilón en temporada 2008-2012.

Variable	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Largo Curvo de Caparazón (LCC)	189	62	97	86.68	5.116
Ancho Curvo de Caparazón (ACC)	187	63	94	80.56	5.888
Largo de Cabeza	184	12	20	16.57	1.629
Ancho de Cabeza	183	10	20	14.48	1.714

Tabla 6. Prueba de regresión de LCC y No de huevos puestos.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	2.902710483	2.902710483	0.219974436	0.642053012
Residuos	34	448.6528451	13.19567191		
Total	35	451.555556			



## Playa Brasilón

Foto 4. Vista norte de la playa.

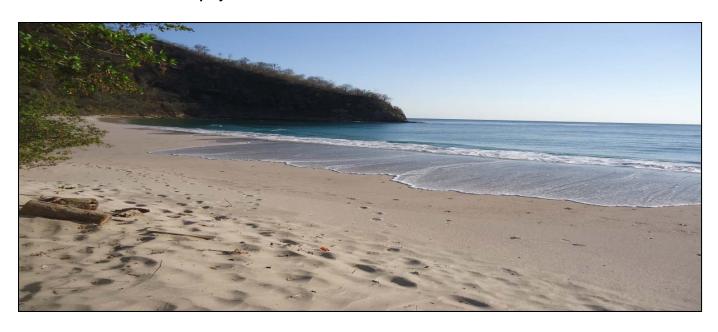


Foto 5. Vista sur de la playa.





Foto 6. Hembra anidante con presencia de Balanos.



Foto 7. Rastros de Chelonia mydas.





## Toma de datos de puesta





Foto 8. Toma de datos de nido después del desove de *Chelonia mydas*.

Foto 9. Señalamiento de nido.



Foto 10. Tortuga anidando bajo vegetación.



## Saqueadores de huevos



Foto 11. Poblador de comunidad aledaña extrayendo huevos de *Chelonia mydas* de forma ilegal durante el día.

#### Aumento en el nivel del mar





Foto 12. Vista central de la playa

Foto 13. Vista norte de la playa



#### **Exhumaciones**



Foto 14. Huevos de Chelonia Mydas después de la exhumación.



Foto 15. Cascarones de los huevos de *Chelonia Mydas.* 



Foto 16. Toma de medida de la profundidad interior en el nido de *Chelonia mydas* después de la exhumación.



# Cuadro 1. Resultados de exhumaciones de los 5 nidos analizados con termómetros.

Nido	Días de	Р	rofundio	dad	Éxito	Cascarones	Huevos	T.máx	T.mín
	incubación	Inf.	Sup.	Prom.	reproductivo		infértiles	(°C)	(°C)
1	50	55	45	50	0%	55	55	33.13	29.83
2	51	55	40	47.5	47%	60	19	33.5	28.05
3	43	55	45	50	61%	44	15	31.88	30.45
4	51	60	48	54	45%	40	0	40.65	32.24
5	53	70	55	62.5	92.85%	42	0	34.57	27.76



## Toma de datos de tortuga anidante.

Nombre de la	a persona	que toma los	datos				
Playa							
Ubicación	entre	mojones	0	nombre	del	sector	de
playa							
Departament		M	lunicipio				
Latitud	Lor	ngitud					
Anidó si □ no	o □ Si no	es en playa	de anida	ción indicar	si es mac	ho □ hembra	a 🗆
Hora							
	M	area					
Fecha					Fase	de	la
luna							
Viento							
Lluvia							
Especie							
Se encontrab	oa marcad	la la tortuga	si □ n	o 🗆			
Largo C	Curvo	Mínimo	Carap	acho (	en c	entímetros	)
milímetros)							
Ancho	Curvo	Carap	acho	(en	cen	tímetros	)
milímetros)_							
Golpes			,	heridas			
amputacione				leformacion	es		
enmallamien	tos		, anz	uelos		, nú	merc
total de hue	vos		, nún	nero de hue	evos peq	ueños (infért	iles)_
	,						
Observacion							

# Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León# Descripción del sitio de anidación: pendiente, vegetación, distancia entre la marea Modelo de la hoja de campo para datos de termómetros. Código: Fecha: Hora de puesta: Profundidad: Ubicación tramos: entre Coordenadas: Características del lugar: Observaciones:

retirada

de

de

Hora

termómetro: