



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

“Variación de algunos parámetros reproductivos de la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en el Playón de Mexiquillo, Michoacán, México; durante la temporada de 1983 a 1999”.

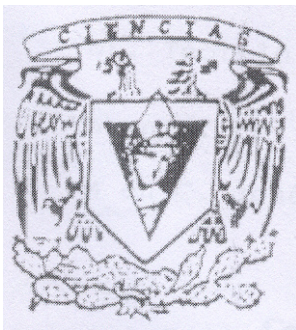
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A:

ENRIQUE OCAMPO OLVERA



TUTORA: M. en C. ADRIANA LAURA SARTI MARTÍNEZ

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

FACULTAD DE CIENCIAS

División de Estudios Profesionales



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Por este medio hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo escrito titulado:
Variación de algunos parámetros reproductivos de la tortuga Laúd
(*Dermodochelys coriacea*) en el playón de Mexiquillo, Michoacán, --
México; durante la temporada de 1983 a 1999.

realizado por Enrique Ocampo Olvera

con número de cuenta 08925540-9 , quien cubrió los créditos de la licenciatura en
Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Tutor (a)
Propietario M. en C. Adriana Laura Sarti Martínez

Propietario M. en C. José Ignacio Fernández Méndez

Propietario Biol. Ana Rebeca Barragán Rocha

Suplente M. en C. María Teresa Gaspar Dillanes

Suplente Dr. Luis Zambrano González

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, D.F., a 11 de Octubre
CONSEJO DEPARTAMENTAL DE BIOLOGIA

del 2006.

Dr. Zenon Cano Santana

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE ENSEÑANZA
DE BIOLOGIA

Agradecimientos

A toda la gente que ha hecho posible la recopilación de la información biológica y reproductiva de la tortuga laúd en el Playón de Mexiquillo (voluntarios, Tesistas, Técnicos de Campo y Jefes de Campamento).

A M. en C. Laura Sarti por la asesoría en este trabajo y su apoyo; así como a todos mis revisores: M. en C. Ignacio Fernández, Biol. Ana Barragán, M. en C. Ma. Teresa Gaspar y al Dr. Luis Zambrano.

Gracias papá y mamá por enseñarme que solo trabajando se puede conseguir y realizar los sueños, sigamos soñando juntos. Gracias mamá por creer incondicionalmente en mí.

Gracias a mi hermana Guadalupe por apoyarme y entenderme. Juntos hemos visto crecer y realizar nuestros sueños.

A mis amigos de la infancia que han sido parte de mí y que han compartido esta aventura conmigo en algún momento: Gus, Esme, Karla, Elvia, Adris, Rich, chos y familia.

A mis amigos de la Facultad de Ciencias que han compartido su amistad y su cariño conmigo: Cinthis por las cosas que descubrimos juntos, nayecita, Richi mi amigo del alma, Armando, Ramón, Noemí, Hugo, Agus, Daniel, Mabel, Elena, José (vamo a cucale!!) y Noé.

A mis amigos de la torre de Babel, haberlos conocido ha sido una de las mejores experiencias: Dani, Santiago sigue bailando, Nofai, César, Iván, Laura, Einer, José (gizmo), Rosa, Melina y Adriana.

A todos mis amigos tortugueros que han sido parte de este gran esfuerzo compartido por varios años, gracias por su amistad y cariño en las buenas y en las malas; sigamos construyendo juntos muchas noches de patrullajes: Panchito por ser un ejemplo y mi primer maestro en el campo, Tavera un amigo incondicional salud por las caguamas, Miguelito Licea, Isaac (carnalito del alma), Marlemcita preciosa, Adrianita, Sybil, Laure mi francesita y Soazig.

Gracias Paty huerta por tu dedicación en todos estos años y la recopilación de la información en Mexiquillo, Michoacán.

Gracias Esmeralda por tu apoyo en esta historia que apenas comienza te amo.

<u>RESUMEN</u>	1
<u>INTRODUCCIÓN</u>	3
<u>OBJETIVO</u>	4
<u>GENERALIDADES DE LA TORTUGA LAÚD</u>	4
<u>ASPECTOS BIOLÓGICOS</u>	5
A) DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	5
B) RUTAS MIGRATORIAS	5
C) HÁBITOS ALIMENTICIOS	6
D) TALLA PROMEDIO DE HEMBRAS ANIDADORAS	6
E) TASA DE CRECIMIENTO Y EDAD DE MADUREZ SEXUAL	7
<u>ASPECTOS REPRODUCTIVOS</u>	7
A) TAMAÑO DE NIDADA	7
B) FRECUENCIA E INTERVALO DE PUESTA	7
C) FECUNDIDAD	8
D) ÉPOCAS REPRODUCTIVAS EN EL MUNDO	8
<u>ÁREA DE ESTUDIO</u>	10
<u>MÉTODOS</u>	11
A) TALLA DE LAS HEMBRAS	11
B) FRECUENCIA DE PUESTA	11
C) TAMAÑO DE LA NIDADA	12
D) FECUNDIDAD TOTAL	12
ANÁLISIS DE DATOS	13
<u>RESULTADOS</u>	14
TALLA DE LAS HEMBRAS ANIDADORAS	14
Largo estándar del caparazón (medida curva)	14
Ancho del caparazón (medida curva)	16
FRECUENCIA DE PUESTA	18
Frecuencia de Puesta Observada (FPO)	18
Frecuencia de Puesta Estimada (FPE)	21
TAMAÑO DE LA NIDADA	23
FECUNDIDAD TOTAL	28
Fecundidad Observada Total	28
Fecundidad Estimada Total	33
<u>DISCUSIÓN</u>	36
A) TALLA DE LAS HEMBRAS ANIDADORAS	36
B) FRECUENCIA DE PUESTA	42
C) TAMAÑO DE LA NIDADA	47
D) FECUNDIDAD	51
<u>CONCLUSIONES</u>	56
<u>RECOMENDACIONES</u>	57
<u>REFERENCIAS</u>	58
<u>ANEXO 1</u>	67

RESUMEN

Se analizaron datos de 16 años de anidaciones en la tortuga laúd *Dermochelys coriacea*, en el Playón de Mexiquillo, Michoacán de 1983 a 1999. Se obtuvo el promedio por temporada de las siguientes características de las hembras anidadoras, talla definida como largo curvo estándar del caparazón (LCCs), frecuencia de puesta observada y estimada (FPO y FPE), tamaño de la nidada y fecundidad total. Para el LCCs se obtuvo un promedio general de 143.2 cm, con un intervalo promedio de 136.8 cm a 147.3 cm y con un mínimo y un máximo de 106-176 cm. Se observó una disminución en la talla promedio de las hembras en los años noventa. Esta disminución en la talla, se ha atribuido principalmente a un efecto de muestreo provocado por la declinación del número de hembras anidadoras. El análisis de varianza para la talla mostró que existen diferencias significativas entre la temporada 1983 y 1984 a la 1987, 1988 a la 1993, 1995 a la 1997 $F(15, 4796) = 12.97, p < 0.05$. El análisis de regresión mostró una relación lineal entre el largo y ancho curvo del caparazón ($r^2 = 0.77, r = 0.88$ y $p < 0.05$). Se obtuvo un promedio general para la FPO de tres anidaciones, con un intervalo promedio de 2.3 a 4.3 anidaciones, con un mínimo y máximo de 2-7 anidaciones por hembra. El análisis de varianza para la FPO mostró que existen diferencias significativas por temporada $F(15, 1467) = 12.24, p < 0.05$, entre las temporadas 1983 y 1984-1985, 1989 a la 1991, 1993 a la 1994. No se encontró ninguna relación entre el largo curvo del caparazón y la FPO, ni tampoco en la FPO y el tamaño de la nidada. Para la FPE se obtuvo un promedio general de 4.8 anidaciones, con un intervalo promedio tres a 6.3, con un mínimo y máximo de 3-10 anidaciones por hembra. El análisis de varianza para la FPE mostró que hay diferencias significativas entre temporadas $F(13, 706) = 2.48, p < 0.05$, entre la temporada 1983-1984 y la 1992-1993. El promedio general para el tamaño de la nidada fue de 64 huevos por puesta, con un intervalo promedio de 55.5 a 74.2 huevos, con un mínimo y máximo de 1-122 huevos. El incremento en el tamaño de la nidada en las últimas temporadas para la tortuga laúd fue atribuido a una buena disposición de alimento en las zonas de forrajeo. El análisis de varianza mostró que existen diferencias significativas entre temporadas $F(15, 7423) = 4.97, p < 0.05$, entre la temporada 1996-1997 con las temporadas 1983 a la 1992 y 1993-1994. El análisis de regresión mostró que existe una relación lineal entre el largo curvo del caparazón y el tamaño de la nidada ($r^2 = 0.028, r = 0.16, p < 0.05$). El promedio general para la fecundidad observada total fue de 194, con un intervalo promedio de 142 a 238 huevos, con un mínimo y máximo de 38-462 huevos. Se observó un incremento en esta característica en las últimas temporadas. El análisis de varianza mostró que existen diferencias significativas entre temporadas $F(15, 1968) = 35.92, p < 0.05$ entre la temporada de 1983-1984 con las temporadas de 1984 a la 1986, 1988 a la 1998. El análisis de regresión mostró que existe una relación lineal entre el largo curvo del caparazón y la fecundidad observada total ($r^2 = 0.38, r = -0.61, p < 0.05$), al igual que FPO y la fecundidad observada total ($r^2 = 0.76, r = 0.87, p < 0.05$). El promedio general para la fecundidad estimada total fue de 306, con un intervalo promedio de 159.2 a 367.5, con un mínimo y máximo de 75-947 huevos. El análisis de varianza mostró que existen diferencias significativas entre las temporadas $F(13, 792) = 3.70, p < 0.05$, entre las temporadas 1983-1984 con la 1989 a la 1993, la 1988-89 con la 1992-93 y la 1992-93 con la 1986 a la 1989. El análisis de regresión mostró que existen una relación lineal entre el largo curvo del caparazón y la fecundidad estimada total. El incremento en la fecundidad total de las hembras se atribuyó a los hábitos alimenticios y a condiciones oceanográficas como El Niño Oscilación del Sur (ENOS). En general, el incremento registrado en algunas de las características analizadas, no aportan la suficiente evidencia

que demuestren un incremento en el potencial reproductivo de la tortuga laúd en el Pacífico Mexicano.

Palabras clave: *Dermochelys coriacea*, laúd, tortuga marina, variación, parámetros reproductivos, anidación, Mexiquillo, Michoacán.

INTRODUCCIÓN

El estudio sobre la biología reproductiva y características poblacionales en las tortugas marinas es una herramienta importante para comprender la relación entre los individuos y su ambiente, así como para responder preguntas sobre su historia de vida, tales como, proporción sexual y fecundidad dentro de una temporada. El estudio de estos aspectos se facilitó debido a los programas de marcado de hembras anidadoras mismos que han permitido identificar a los individuos de una población y obtener información básica de cada hembra. Gracias a estos programas ha sido posible dar seguimiento a aspectos reproductivos, tallas de los individuos y tendencias sobre tamaño poblacional. El estudio de las tendencias es el mejor indicador para medir el comportamiento de alguna característica en un periodo de tiempo. Entre las características reproductivas que han sido analizadas en trabajos previos a nivel mundial están la distribución de tallas en la población y la tasa de crecimiento que puede ser un indicador de la calidad del hábitat; la relación entre el tamaño de las hembras y su potencial reproductivo, el tamaño mínimo en que alcanzan la madurez sexual, conocer el período de remigración, es decir el tiempo que tarda una hembra anidadora en regresar a anidar una vez que a finalizado su periodo reproductivo y el intervalo y frecuencia de puesta, así como el tamaño de la nidada (Eckert y Sarti, 2000). Las características reproductivas pueden ser estudiadas a nivel individual o a nivel poblacional; cada una de ellas ofrece información importante sobre la biología reproductiva en tortugas marinas.

A nivel mundial existen pocas playas que cuentan con un seguimiento de estos parámetros poblacionales y reproductivos en un período mayor a diez años. La mayoría presenta trabajos que evalúan algunas características reproductivas o poblacionales durante una temporada. Algunas de las playas que cuentan con un seguimiento continuo de estos datos para la tortuga laúd es El Refugio Nacional de Vida Silvestre de Sandy Point, st. Croix, USVI, que cuenta con el análisis de algunas características reproductivas o poblacionales en un período de 15 años, (Boulon *et al.*, 1996).

El Playón de Mexiquillo es una de las cuatro principales playas de anidación para la tortuga laúd en México y cuenta con un seguimiento de más de 20 años de estudio, donde se ha acumulado información poblacional y reproductiva.

El trabajo de protección en esta playa se inició a principios de los años ochentas (Benabib y Cruz, 1981) y a partir de 1985 ha sido monitoreada por el Proyecto Laúd de la Facultad de Ciencias, UNAM (Sarti y Barragán, 2004). La información que se ha generado de algunos parámetros poblacionales y reproductivos de la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), desde principios de los años ochenta en Mexiquillo es la base de datos más importante de México para esta especie.

Durante este intervalo de tiempo en el Playón de Mexiquillo se ha registrado: el número de hembras anidadoras, marcado-recaptura, estado general de las hembras, y de características reproductivas tales como: frecuencia de puesta, tamaño de la nidada, fecundidad (Benabib, 1983; Sarti *et al.*, 1988a, 1989, 1995a). En el trabajo estudio de filopatria y tamaño poblacional de la tortuga laúd en el Playón de Mexiquillo se analiza la frecuencia de puesta, el tamaño de la nidada y la fecundidad, durante un intervalo de 13 años y se concluye que el promedio de frecuencia de puesta y fecundidad presenta valores más bajos a los reportados para esta especie en otras playas del mundo (García 2000).

La importancia de conocer el comportamiento a largo plazo de algunas características reproductivas en la tortuga laúd del Pacífico mexicano, puede favorecer estrategias de conservación a largo plazo para esta especie.

OBJETIVO.

Por todo lo anterior, el objetivo del presente trabajo es analizar para las hembras anidadoras de tortuga laúd en el Playón de Mexiquillo Michoacán de la temporada 1983 a la temporada 1999:

- a) La talla de las hembras anidadoras (LCCs)
- b) La frecuencia de puesta.
- c) El tamaño de la nidada.
- d) La fecundidad total de las hembras anidadoras.

Y su tendencia a lo largo de 16 años.

Generalidades de la tortuga laúd.

La tortuga laúd es la única representante viviente de la familia Dermochelyidae. Esta familia se caracteriza por una reducción extrema de los huesos del caparazón que está formado por cientos de pequeños huesos poligonales a manera de mosaicos cubiertos por piel suave. La forma hidrodinámica del caparazón y su reducción le dan una gran capacidad de desplazamiento en el océano (Lutz y Musick, 1996). El caparazón generalmente es de color negro, con manchas blancas y presenta siete quillas longitudinales en la parte dorsal. La parte ventral o plastrón es de color blanco con manchas negras y rosas, con cinco quillas longitudinales. La cabeza presenta generalmente una mancha rosa en la parte superior de tamaño variable, las mandíbulas forman un pico córneo muy filoso y delgado. Las aletas anteriores son grandes y no tienen uñas (Márquez, 1990). De todas las especies de tortugas marinas la tortuga laúd es la más grande. El registro de la talla más grande es el de un macho muerto que midió 256.5 cm (Morgan, 1989). Existen marcadas diferencias entre las laúdes del Atlántico y las del Pacífico; las primeras son más grandes, más oscuras y menos manchadas que las del Pacífico (Pritchard, 1971).

La clasificación taxonómica de la especie es la siguiente (Pritchard, 1971; Márquez, 1990; Eckert, 1991):

Clase: Reptilia

Subclase: Anapsida

Orden: Testudines

Suborden: Cryptodira

Familia: Dermochelyidae

Género: Dermochelys

Especie: *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761)

Aspectos biológicos

a) Distribución geográfica

Las adaptaciones morfológicas y fisiológicas que presenta esta tortuga le han permitido tener una distribución muy amplia. Latitudinalmente la tortuga laúd se distribuye desde los 69° N a los 47° S (Eckert y Frazier, s/a). El rango de anidación de la tortuga laúd es tropical y subtropical. Durante el período de reproducción se distribuyen donde la temperatura del océano va de 10°C a 20 °C (Márquez, 1990) y de 16 °C a 30 °C según Eckert, (1999). (Fig. 1).

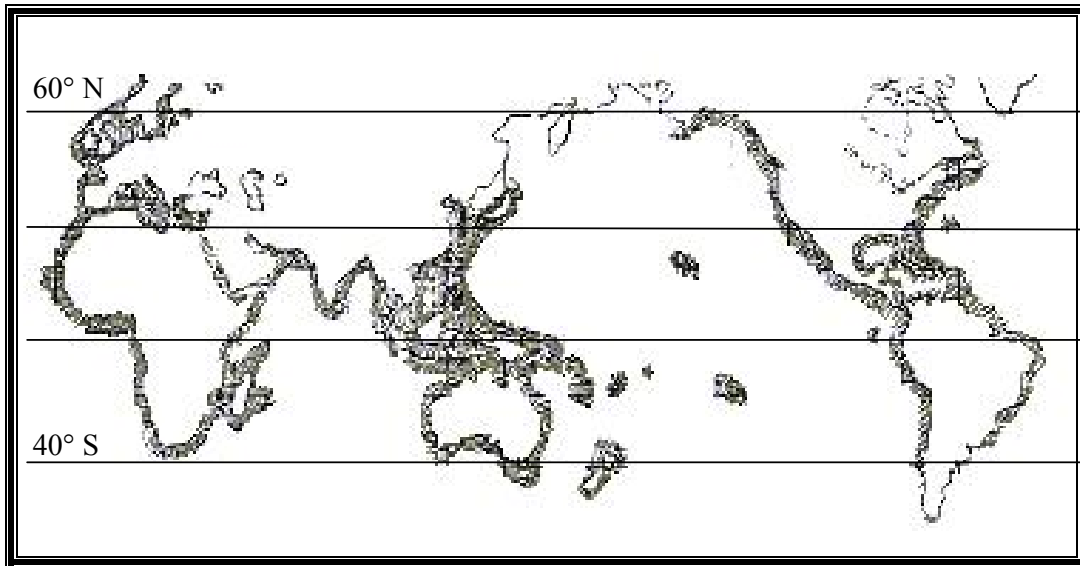


Figura. 1. Distribución de la tortuga laúd en el mundo. Tomado de Márquez, (1990).

b) Rutas migratorias

El mercado tradicional ha aportado poca información sobre las rutas migratorias. Las nuevas tecnologías de telemetría satelital han permitido incrementar el conocimiento sobre las rutas migratorias de la tortuga laúd. Gracias a estos transmisores se sabe que la tortuga laúd que anida en México al terminar la temporada de anidación migra hacia el sur hasta la costa de Chile, pero aún se desconoce el ciclo completo de ida y vuelta (Fig. 2).

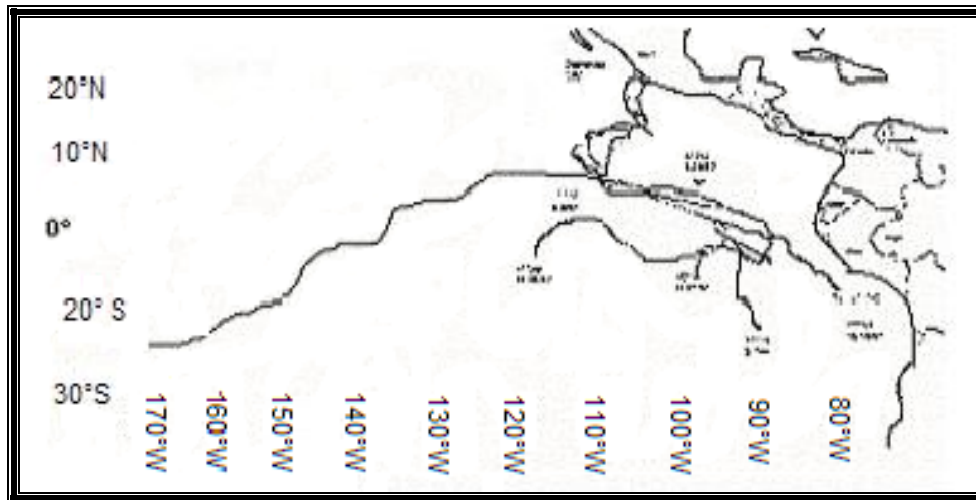


Figura 2. Ruta migratoria de la tortuga Laúd en el Océano Pacífico al final de la temporada de anidación de 1997. Tomado de Eckert y Sartí, (1997).

c) Hábitos alimenticios

La tortuga laúd se alimenta desde zonas tropicales a zonas frías. Su alimentación se basa en invertebrados de la clase Hidrozoa que incluye a medusas y sifonóforos (Pritchard, 1971; Mortimer, 1981), se han encontrado una gran variedad de invertebrados marinos como Anfípodos (Vaillant, 1896 en Pritchard, 1971), Moluscos (Kappler, 1887 en Pritchard, 1971), Equinodermos (Audubon, 1834 en Pritchard, 1971), y vertebrados principalmente peces, siendo consumidos de manera incidental ya que están asociados a salpas y medusas. También se han encontrado algas (Deraniyagala, 1939 en Pritchard, 1971) y pastos marinos (Heldt, 1933 en Pritchard, 1971), que también son consumidos incidentalmente (Pritchard y Trebbau, 1984). La composición específica de la dieta depende del lugar en que habita. Por ejemplo, en el Pacífico norte se observó que la principal especie consumida es *Aurelia sp.* en el Atlántico la familia Scyphomedusae compone la dieta principal de la tortuga laúd y en el Mediterráneo la especie *Pyrosoma* es la más común (Eckert y Frazier, s/a). La actividad de buceo de la tortuga laúd ha sido relacionada con conducta de alimentación (Eckert *et al.*, 1986, 1989; Márquez, 1990). Asimismo el movimiento de las tortugas puede estar asociado a los movimientos de las medusas. Las zonas más importantes de alimentación en América están en el Golfo de Panamá y en la región norte del Perú (Márquez, 1990; Eckert, 1991). Los plásticos y celofán fácilmente se confunden con las medusas, debido a esto las tortugas llegan a ingerirlas provocando su muerte (Brongersma, 1968).

d) Talla promedio de hembras anidadoras.

El largo central curvo del caparazón va de 137 a 180 cm en el Atlántico (Pritchard, 1971) y de 129 a 153 cm en el Pacífico (Sarti *et al.*, 2002), siendo los ejemplos del atlántico más grandes que los del Pacífico con una talla promedio de 159.4 cm para los primeros (Pritchard, 1971) y de 142.3 ± 6.20 cm. (Sarti *et al.*, 2002). Para el Pacífico Mexicano se tienen datos promedio de 145.7 cm a mediados de los ochentas (Sarti *et al.*, 1988a), mientras que para principios del nuevo siglo el promedio es de $142.3 \text{ cm} \pm 6.20$ cm (Sarti *et al.*, 2000).

e) Tasa de crecimiento y Edad de madurez sexual

La edad de madurez sexual no ha sido determinada fácilmente en la tortuga laúd, ya que la falta de datos continuos del crecimiento entre los diferentes estadios es la principal limitación para determinar tasas de crecimiento. Sin embargo, a pesar de esto se ha logrado estimar la tasa de crecimiento y la edad de madurez sexual.

El primero en tratar de determinar la tasa de crecimiento en la tortuga laúd fue Deraniyagala en 1939, él propuso que las tortugas marinas al crecer dejaban marcas en los huesos como anillos a estos los llamó “anillos de crecimiento”. Desafortunadamente la gran vascularización en los huesos de la tortuga laúd no permitía la observación de estos anillos de crecimiento. Posteriormente Birkenmeier (1971), trato de determinar en qué parte del hueso podían encontrarse estos anillos de crecimiento. Pero fue hasta 1996 que se desarrolló con la técnica de esqueletocronología la cual permitió determinar los anillos de crecimiento en los oscículos escleróticos. Mediante la cual Zug y Pharman (1996), lograron estimar la tasa de crecimiento y la edad de madurez sexual para la tortuga laúd. Se observó que durante los primeros 5 años el crecimiento promedio era muy rápido de 8.5 a 39.4 cm por año y después se iba haciendo más lento hasta alcanzar la talla adulta. La edad de madurez sexual promedio estimada para la tortuga laúd fue

entre los 13 y 14 años, según el modelo de crecimiento de von Bertalanffy (Zug y Parham, 1996).

Para determinar la edad de madurez sexual se tomó en cuenta la recomendación hecha por Frazer y Ehrhart (1985), donde mencionan que el tamaño de las hembras refleja la edad de madurez.

Aspectos reproductivos

a) Tamaño de nidada

La tortuga laúd pone 60 huevos en promedio por hembra (Pritchard, 1971). Las hembras del Atlántico ponen nidadas de mayor tamaño que las del Pacífico con un promedio de 78 huevos para las primeras (Eckert y Eckert, 1983) y de 59 huevos por hembras para las segundas (Benabib, 1983; Márquez, 1990 y Sarti *et al.*, 1988 b, 1994 a y 1995 b).

b) Frecuencia e intervalo de puesta

La frecuencia de puesta se define como el número de veces que una tortuga desova durante una temporada y el intervalo de puesta son los días que transcurren entre cada una de las puestas de la misma tortuga (López *et al.*, 1991).

Debido a los desplazamientos que presentan entre una puesta y otra las hembras anidadoras, no es posible observar todas las puestas de la misma hembras por lo que resultan dos valores de frecuencia de puesta. La frecuencia de puesta observada (FPO) que es el total de puestas confirmadas de la misma tortuga y la frecuencia de puesta estimada (FPE) que es un valor que resulta de asumir puestas intermedias a anidaciones suponiendo un intervalo de puesta promedio (Sarti *et al.*, 1987).

La frecuencia de puesta promedio reportada para la tortuga laúd es de cinco con un intervalo de tres a once anidaciones y con un intervalo de puesta de 9.2 días promedio (Sarti *et al.*, 1987). Los valores reportados para la FPO promedio en el Playón de Mexiquillo son de tres a cinco anidaciones por hembra (Sarti *et al.*, 1987, 2002). Un estudio realizado por García (2000), muestra que la FPO es de cuatro anidaciones por hembra +/- 1.2, con un mínimo y máximo de tres y nueve anidaciones por hembra, en el Playón de Mexiquillo en Michoacán. Los valores reportados para la FPE promedio son de seis anidaciones por hembras y el intervalo de puesta es de 9.6 días (Sarti *et al.*, 1987, 2002). Para las hembras de tortuga laúd que anidan en el Atlántico se ha reportado una FPO promedio de siete anidaciones por hembra (Boulon *et al.*, 1996). En Puerto Rico, en la playa La Culebra se ha reportado una FPO promedio de 6.1 con un intervalo de 5.2 - 7 anidaciones por hembra (Tucker, 1989). Para la Guyana Francesa los reportes que se tienen para la FPO son de seis anidaciones por hembra (Pritchard, 1971).

c) Fecundidad

La fecundidad se define como la capacidad que tiene una hembra para producir huevos (Krebs, 1985). Márquez *et al* (1981) aplica éste término a las poblaciones de tortugas marinas, refiriéndola como el número total de huevos depositados por una hembra

durante una temporada de anidación. La frecuencia de puesta y el tamaño de la nidada, han sido utilizadas para la estimación de la fecundidad de las hembras anidadoras durante una temporada. En México, se ha calculado que la fecundidad estimada promedio de las hembras anidadoras está entre 239 a los 334 huevos desovados en una temporada (Sarti *et al.*, 1995 b). García, (2000) determinó el promedio de la fecundidad observada y estimada para la tortuga laúd en el Playón de Mexiquillo, durante la temporada 1983 a 1996, obteniendo un valor promedio de 192 a 254 huevos desovados y de 248 a 378 huevos desovados respectivamente. Durante este período la fecundidad observada mínima fue de 83 huevos y la máxima de 520 huevos desovados y para la fecundidad estimada fue de 248 y 378 huevos desovados respectivamente.

Otros autores han reportado valores ligeramente más altos de fecundidad para las hembras anidadoras en México, con valores de 240 a 600 huevos puestos por hembra en cada temporada (Benabib, 1983; Sarti *et al.*, 1993a; López *et al.*, 1994).

d) Épocas reproductivas en el mundo.

La temporada de anidación varía según la ubicación geográfica. Se ha encontrado que las poblaciones anidadoras del Pacífico Este u Oriental la temporada de anidación ocurre entre los meses de octubre a marzo (México, Nicaragua y Costa Rica). En el Pacífico Oeste u Occidental la temporada es de mayo a septiembre (Malasia, China y Australia). En el Atlántico Oeste la temporada de anidación es de marzo a julio (Colombia, Guyana Francesa y Surinam). En el Atlántico Este la temporada de anidación es de junio a agosto en Senegal con una variación en Sudáfrica ya que la temporada es de octubre a febrero y en Brasil es de diciembre a abril (Márquez, 1990).

AREA DE ESTUDIO

El Playón de Mexiquillo se encuentra localizado en el estado de Michoacán en el municipio de Aquila, aproximadamente a unos 80 Km al noroeste de la Ciudad de Lázaro Cárdenas. Abarca la saliente rocosa llamada “La Punta” y la desembocadura del río la Manzanilla entre las coordenadas $18^{\circ}10'25''\text{N}$ - $102^{\circ}58'25''\text{W}$ y $18^{\circ}05'34''\text{N}$ - $102^{\circ}48'31''\text{W}$. Entre la Sierra Madre del Sur y el Océano Pacífico (Figura 3). Tiene una extensión de 18 km aproximadamente (Sarti *et al.*, 1993b; Sarti *et al.*, 1996a) de la extensión total de la playa. Durante los primeros años se monitorearon 6.5 km, debido a que la mayor densidad de nidos ocurría en esta zona, para la temporada 1994 se abarcó los 18 km de la playa (García, 2000).

El río más importante cerca del Playón es el Balsas que desemboca en el Océano Pacífico y separa a los estados de Guerrero y Michoacán. Existen ríos temporales, el más sobresaliente es el Nexpa, que forma parte de los ríos que se originaron en la Sierra Madre del Sur. Este río separa los municipios de Lázaro Cárdenas y Aquila, y el río de Tupitina, en el límite NW del playón (López, 1985).

El clima, según la clasificación climática de Köppen modificada por García (1988) es del tipo Aw, tropical con lluvias en verano, la temperatura ambiente puede variar de los 18°C a los 25.5°C y la máxima se presenta en el mes de junio. La temperatura promedio superficial del Océano es de 27°C , con un mínimo de 24°C en diciembre y un máximo de 31°C en el mes mayo (Instituto de Geografía, 1970). La precipitación anual es de 600 a 800 mm, siendo el mes más lluvioso junio. La vegetación más común en la playa está representada por tres especies *Ipomoea pescaprae*, *Jouvea pilosa* y *Canavalia marítima* (Benabib, 1983; Instituto de Geografía, 1970; Sarti *et al.*, 1994a).

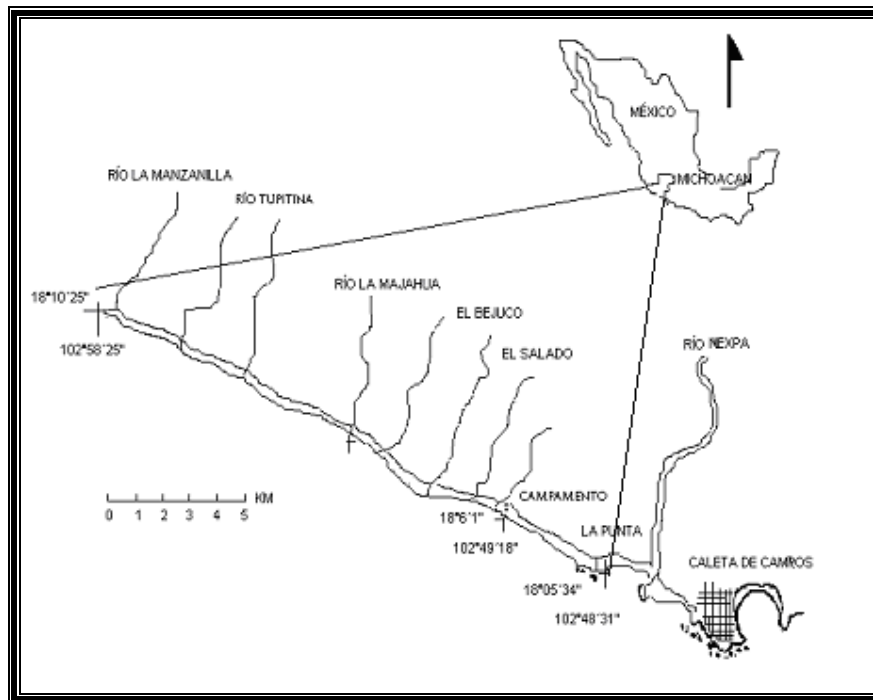


Figura 3. Playón de Mexiquillo, Mich.

MÉTODOS

La información biológica y reproductiva fue recopilada de la base de datos del proyecto Laúd depurada y estandarizada para cada temporada de anidación entre los años de 1983 a 1999, en el Playón de Mexiquillo. Se obtuvieron los siguientes datos: talla de las hembras, frecuencia de puesta y número de huevos puestos por temporada, con estos datos se calculó la fecundidad total de las hembras.

a) Talla de las hembras

Se obtuvo de la observación directa de las hembras anidadoras en los patrullajes nocturnos y se utilizó una cinta métrica de 150 cm de longitud. Las medidas que se tomaron a cada hembra fueron: Largo curvo del caparazón nual - supracaudal (LCC_{n-s}), también conocido como largo curvo estándar del caparazón (LCCs) y se obtuvo colocando la cinta desde el inicio de la quilla central sin pasar sobre ella hasta la porción distal de la proyección caudal. El ancho curvo del caparazón (ACCs), se obtuvo colocando la cinta en la parte más ancha perpendicular al eje longitudinal del cuerpo (Bolten, 2000 Fig. 4). Se usaron todos los datos conocidos de las tortugas marcadas y se obtuvo el promedio por temporada para su posterior análisis.

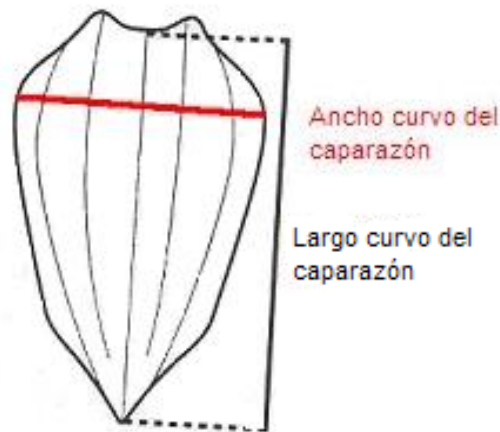


Figura 4. Largo y ancho curvo estándar del caparazón. Tomado y modificado de Bolten, 2000.

b) Frecuencia de puesta.

La frecuencia de puesta puede ser definida como el número de nidadas depositas por una tortuga en una temporada (López *et al.*, 1992). La frecuencia de puesta se obtiene solo de hembras marcadas y se obtuvieron dos valores la frecuencia de puesta observada (FPO) y la frecuencia de puesta estimada (FPE). Se calculó el promedio por temporada para la frecuencia de puesta observada y la estimada.

El valor promedio de la frecuencia de puesta observada (FPO) se obtuvo de la suma de las puestas observadas para una misma hembra, dividida entre total de hembras.

$$FP = \sum \text{puestas observadas} / \text{total de hembras.}$$

La frecuencia de puesta estimada (FPE) es la estimación de anidaciones que no fueron observadas en fechas consecutivas pero que, por características reproductivas se estima que pudieron haber ocurrido en algún lugar de la playa y que no fueron observadas (López *et al.*, 1991). Tanto la FPO y la FPE se obtienen de hembras marcadas.

López *et al.*, (1992), proponen los siguientes supuestos para calcular la frecuencia de puesta estimada:

- ◆ La primera puesta observada será la primera puesta de la hembra si no existe una anidación previa que se ajuste con esa hembra, con base en los censos que se realizan al principio de la temporada.
- ◆ La última puesta observada es la última puesta de la tortuga, si no existe una anidación posterior que se ajuste con esa hembra, durante los censos posteriores al finalizar la temporada.
- ◆ Sólo se consideran a las tortugas que sí desovaron
- ◆ Sólo se realizarán dos estimaciones para desoves consecutivos de una misma hembra, considerando el intervalo de puesta promedio.
- ◆ No se consideran las hembras con frecuencias de puesta de una o dos anidaciones para estimar el promedio de la FPE.

c) Tamaño de la nidada.

Para determinar el tamaño promedio de la nidada (TN) se contó el número total de huevos con yema puestos en cada desove.

Se obtuvo el promedio del tamaño de la nidada por temporada:

$$TN = \sum \frac{\text{Huevos puestos/ nidada}}{\text{Total de Nidadas}}$$

Para obtener este valor, sólo se tomó en cuenta las nidadas completas de las hembras, es decir, aquellas donde se sabía el número de huevos puestos totales, ya que algunas de las nidadas puestas por las hembras anidadoras, fueron saqueadas o parcialmente saqueadas y no se conoce el número total de huevos puestos.

d) Fecundidad total

Al igual que la frecuencia de puesta podemos distinguir entre la fecundidad observada y la estimada.

La fecundidad observada es la suma de todos los huevos con yema puestos de una tortuga en una temporada cuando la puesta es confirmada. El promedio total por temporada es la suma de las fecundidades individuales entre el total de hembras.

$$\text{Fecundidad observada} = \sum \text{huevos por hembra} / \text{total de hembras.}$$

La Fecundidad estimada es la suma de todos los huevos con yema puestos por una hembra durante toda una temporada de anidación por la frecuencia de puesta estimada.

Fecundidad estimada = Promedio huevos por nidada × FEP.

Análisis de datos

De todas las variables se obtuvo la estadística descriptiva para el período comprendido entre 1983 a 1999.

Todos los parámetros fueron estimados en Statistica versión 6 y Microsoft Excel 2000. Los parámetros reproductivos promedio para los 16 años fueron analizados con una prueba de Análisis de Varianza (ANOVA de una vía) y una Prueba de Tukey según Sokal y Rolf (1979), para detectar diferencias entre las temporadas.

Regresiones lineales

Se hicieron regresiones lineales entre las siguientes variables:

- a) Largo curvo vs Ancho curvo del caparazón
- b) Largo curvo vs Tamaño de la nidada
- c) Largo curvo vs Frecuencia de puesta observada (FPO)
- d) Largo curvo vs Fecundidad total Observada y Estimada
- e) Frecuencia de puesta observada vs Tamaño de nidada
- f) Frecuencia de puesta observada vs Fecundidad total Observada

RESULTADOS

Talla de las hembras anidadoras

Largo estándar del caparazón (medida curva)

El promedio de la talla (LCCs) durante el período de 1983-1999 para *Dermochelys coriacea* fue de 143.2 cm, con un mínimo de 106 cm (temporada 1988-1989) y un máximo de 176 cm (1986-1987). Se observó un intervalo promedio de 147.3 cm (temporada 1983-84) a 136.8 cm (temporada 1996-1997) (Cuadro 1). En las temporadas 1993-1994, 1996-1997, 1997-1998 y 1998-1999, el número de datos analizados fueron menores a las otras temporadas, ya que el tamaño de la muestra se redujo debido a una disminución del número de anidaciones y de hembras anidadoras. Dado que el tamaño del error estándar está en función inversa del tamaño de la muestra, se observa en las últimas cinco temporadas un incremento en el error estándar (Fig. 5). En el cuadro 1 se muestra la estadística descriptiva del largo estándar curvo promedio del caparazón para *Dermochelys coriacea* en el Playón de Mexiquillo por temporada.

Temporada	N	Promedio (cm)	Mínimo (cm)	Máximo (cm)	Varianza	Desviación estándar
1983-1984	358	147.3	125	171	40.6	6.4
1984-1985	641	143.8	119	175	47.9	6.9
1985-1986	512	144.6	114.5	165	46.5	6.8
1986-1987	800	144.3	122	176	48.3	6.9
1987-1988	479	145.7	124	167	47.9	6.9
1988-1989	547	144.6	106	166	50.3	7
1989-1990	361	144	112	165	58.6	7.6
1990-1991	311	142.5	118	160.5	47.1	6.9
1991-1992	240	142.6	125	164	45.2	6.7
1992-1993	228	143	127.5	168	50.9	7.1
1993-1994	14	141.1	135	148	24.5	4.9
1994-1995	115	144.4	130	167	50.1	7
1995-1996	167	140.9	124.5	154.9	35.5	5.9
1996-1997	14	136.8	132.2	144	18.9	4.3
1997-1998	17	143.	131.5	152.5	39.6	6.3
1998-1999	8	142.3	136.5	147.8	14	3.7
Promedio	4812	143.2	123	162.9	43.5	6.5

Cuadro 1. Estadística descriptiva del largo estándar curvo promedio del caparazón de *Dermochelys coriacea* en el Playón de Mexiquillo, Mich., durante el periodo de 1983 a 1999.

Se puede observar una reducción de la talla de las hembras a mediados de los años noventa junto con un incremento del error estándar (Fig. 5). La tendencia del largo curvo estándar del caparazón muestra un valor de $r^2 = 0.47$, $p = 0.0032$ (Fig. 6).

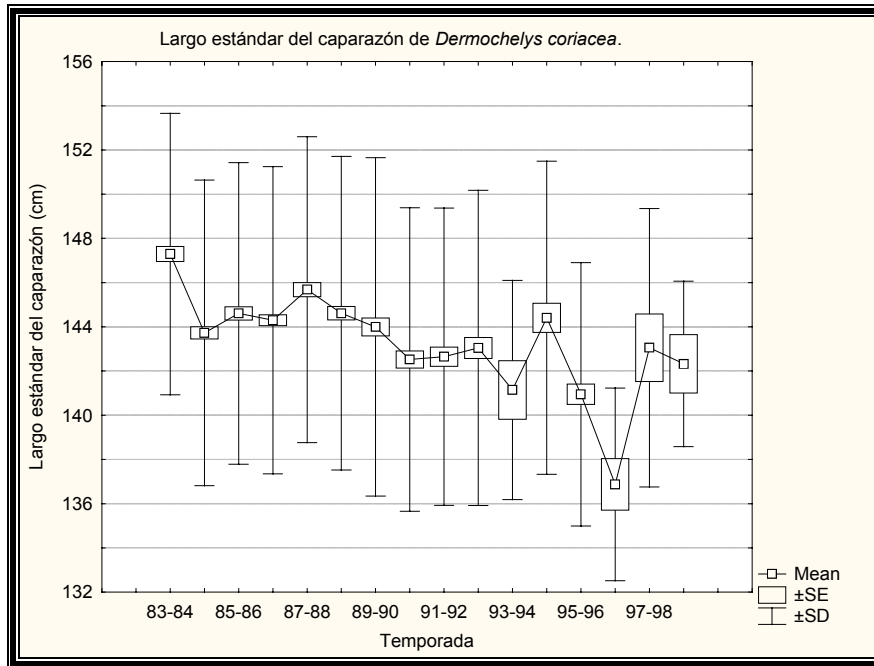


Figura 5. Gráfica de cajas para el largo estándar promedio del caparazón para la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en el Playón de Mexiquillo, Mich., durante el período de 1983 a 1999. Prom= Promedio, SE= error estándar y SD= desviación estándar.

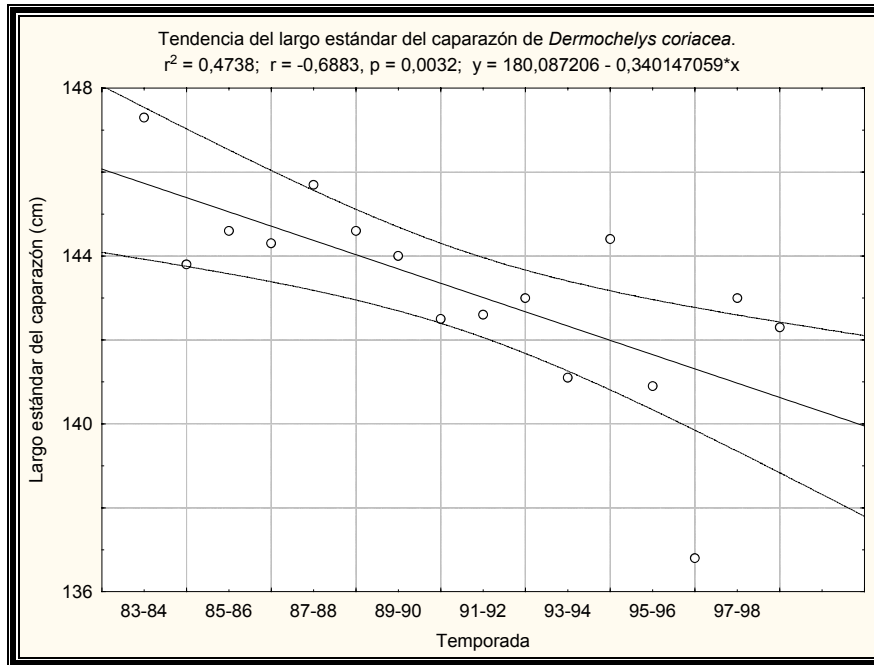


Figura 6. Tendencia de la talla promedio de hembras anidadoras de *Dermochelys coriacea* en el Playón de Mexiquillo, Mich.

El análisis de varianza para el LCCs de las hembras anidadoras, muestra que existen diferencias significativas entre las temporadas ($F_{(15, 4796)} = 12.97$, $p = 0.0000$). La prueba de Tukey mostró que existen diferencias significativas entre la temporada con el valor más alto 1983-1984 y la mayoría de las temporadas, excepto en las temporadas 1987-1988, 1993-1994, 1997-1998 y 1998-1999 (Fig. 7 y anexo 1). Las diferencias

significativas son principalmente entre los valores más grandes y los más pequeños (Cuadro 1).

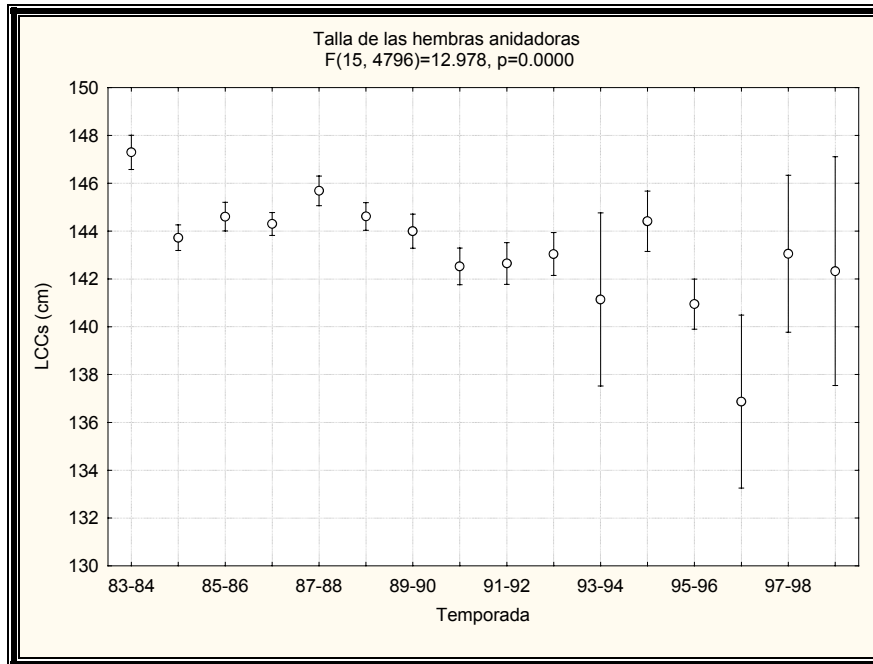


Figura 7. Análisis de varianza para el largo estándar curvo del caparazón.

Ancho del caparazón (medida curva)

El promedio del ancho curvo (ACCs) durante el período de 1983-1999 para *Dermochelys coriacea* fue de 102.3 cm, el mínimo fue de 59 cm (1989-90) y el máximo de 138 cm (temporada 1988-89). Se observó un intervalo promedio de 105.4 cm (temporada 1994-95) a 97.4 cm (temporada 96-97). La diferencia de estos dos valores es de ocho cm. La estadística descriptiva para el ACCs por temporada se muestra abajo (Cuadro 2).

Temporada	N	Promedio (cm)	Mínimo (cm)	Máximo (cm)	Varianza	Desviación estándar
1983-1984	359	104.2	61	120	25.9	5.1
1984-1985	83	104.9	94	115	30.6	5.5
1985-1986	847	103.9	77	125	28	5.3
1986-1987	450	102.9	81	125	25.3	5
1987-1988	476	104	88	119	23.6	4.9
1988-1989	547	103.4	78.5	138	35.2	5.9
1989-1990	357	102.3	59	116.8	38.6	6.2
1990-1991	302	102	81	117	26.6	5.2
1991-1992	240	101.7	90	114	22.4	4.7
1992-1993	228	102.6	87	126	30.2	5.5
1993-1994	14	100.3	90	106	21.1	4.6

1994-1995	123	105.4	91	134	55.5	7.4
1995-1996	167	100.4	91.4	111.5	17.2	4.1
1996-1997	15	97.4	91.5	101.8	9.2	3
1997-1998	19	101.1	93.7	108.8	20.1	4.5
1998-1999	8	100.9	96	103.9	7.8	2.8
Promedio	4235	102.3	84.4	117.6	26.1	5

Cuadro 2. Longitud del ancho curvo promedio del caparazón para la tortuga laúd (*Dermodochelys coriacea*) en el playón de Mexiquillo, Mich., durante el período de 1983 a 1999.

El análisis de regresión lineal entre el largo estándar y el ancho del caparazón muestra que existe una relación entre ambos. El valor obtenido para el coeficiente de regresión y correlación fue alto ($r^2 = 0.77$, $r = 0.88$, $p = < 0.05$) (Fig. 8).

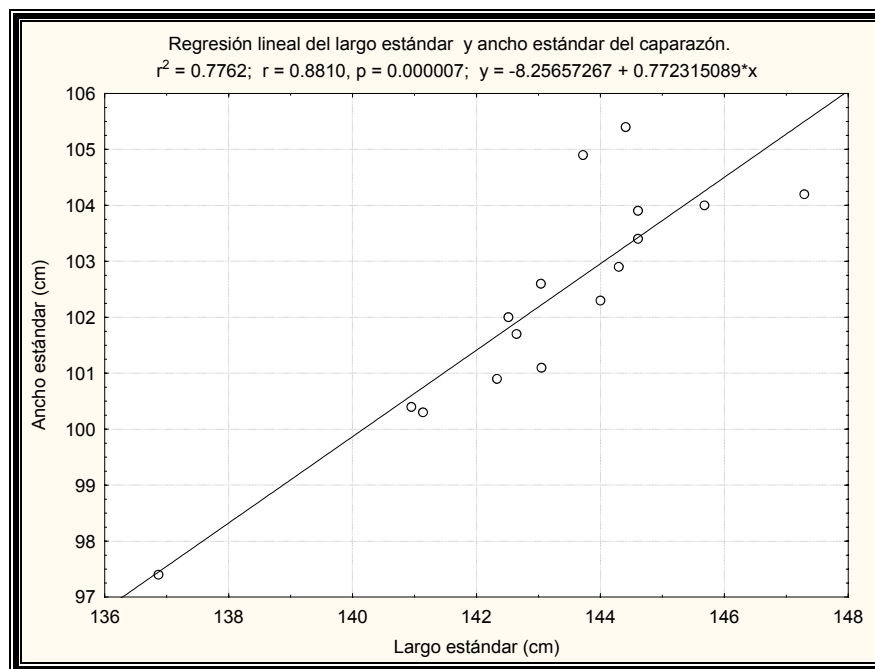


Figura 8. Regresión lineal entre largo estándar promedio y ancho estándar promedio del caparazón de *Dermodochelys coriacea* en el Playón de Mexiquillo, Mich.

Frecuencia de Puesta

Frecuencia de Puesta Observada (FPO).

El promedio de la frecuencia de puesta observada durante el período de 1983-1999 para *Dermochelys coriacea* fue de tres anidaciones por hembra, con un mínimo de dos anidaciones y un máximo de ocho anidaciones (1984-85). Se observó un intervalo promedio de 2.3 anidaciones (temporada 1983-94) a 4.3 anidaciones (temporada 1993-94). En el cuadro 3 se muestra la estadística descriptiva de la frecuencia de puesta observada para la tortuga laúd

La frecuencia de puesta mínima utilizada en esta playa, ha sido de tres anidaciones según los supuestos de estimación (Sarti *et al.*, 1987). Se decidió utilizar hembras que han anidado dos o más veces para tratar de incrementar el número de datos analizados. Es por esto que se tienen valores mínimos de dos anidaciones por temporada (Cuadro 3).

Temporada	N	Promedio	Mínimo	Máximo	Varianza	Desviación estándar
1983-1984	26	2.3	2	4	0.3	0.6
1984-1985	150	3.3	2	8	1.3	1.1
1985-1986	117	2.9	2	6	0.8	0.9
1986-1987	250	2.5	2	6	0.6	0.7
1987-1988	177	2.5	2	5	0.6	0.8
1988-1989	164	2.7	2	6	0.9	1.0
1989-1990	171	3.2	2	7	1.9	1.4
1990-1991	110	3.2	2	7	1.6	1.3
1991-1992	81	2.9	2	7	1.4	1.2
1992-1993	112	3.7	2	7	2.4	1.5
1993-1994	8	4.3	2	7	3.1	1.8
1994-1995	35	3.1	2	5	1.1	1.1
1995-1996	58	2.7	2	5	0.8	0.9
1996-1997	9	3.0	2	4	1.0	1.0
1997-1998	10	3.3	2	5	1.8	1.3
1998-1999	5	3.2	2	4	0.7	0.8
Promedio	1483	3	2	5.8	1.2	1.1

Cuadro 3. Estadística descriptiva para la frecuencia de puesta observada promedio de *Dermochelys coriacea*.

Se puede observar una gran fluctuación en la frecuencia de puesta observada (FPO) promedio para las hembras anidadoras durante estos 16 años (Fig. 9). De manera general se puede observar ciclos de alta FPO en las temporadas 84-85, 89-90, 90-91, 93-94, 97-98 y ciclos de baja FPO en las temporadas de 83-84, 86-87, 87-88, 91-92 y 95-96. En las últimas temporadas se observa un incremento en el error estándar (Fig. 9).

No se encontró un valor significativo para el coeficiente de regresión y correlación entre la FPO y el tiempo ($r^2= 0.17$, $r = 0.42$, $p = 0.10$) (Cuadro 4).

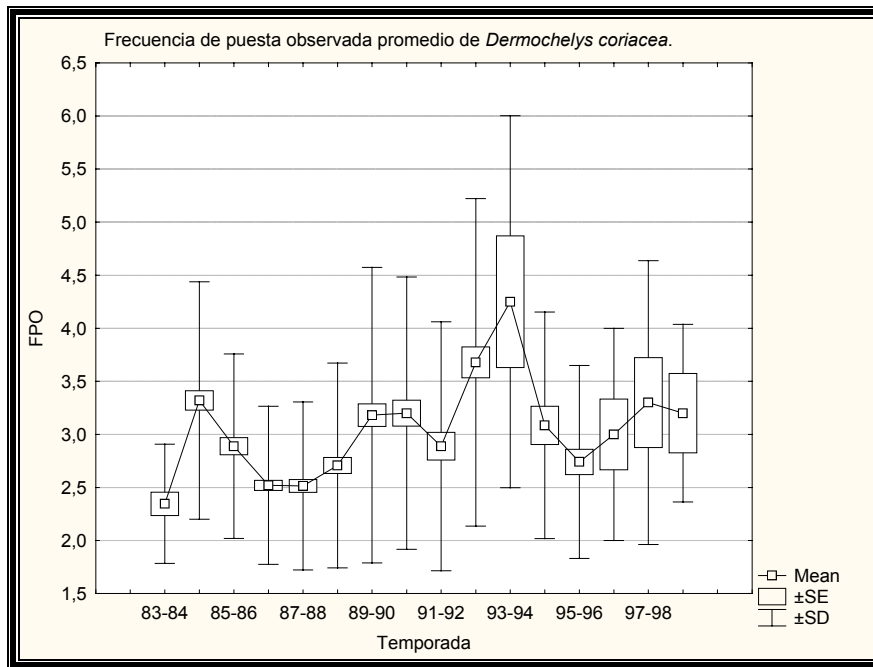


Figura 9. Frecuencia de puesta observada promedio por temporada de la tortuga laúd *Dermochelys coriacea* en el Playón de Mexiquillo, Mich. Prom = Promedio, SE= error estándar, SD= desviación estándar.

El análisis de varianza muestra que hay diferencias significativas entre las temporadas $F_{(1, 1467)} = 12.47$, $p = 0.00000$ y la prueba de Tukey muestra que existen diferencias significativas entre la temporada 1983-1984 y las temporadas 1989-1990, 1990-1991, 1992-1993 y 1993-1994, las diferencias son entre los valores más bajos y los más altos de FPO (Fig. 10 y Anexo 1).

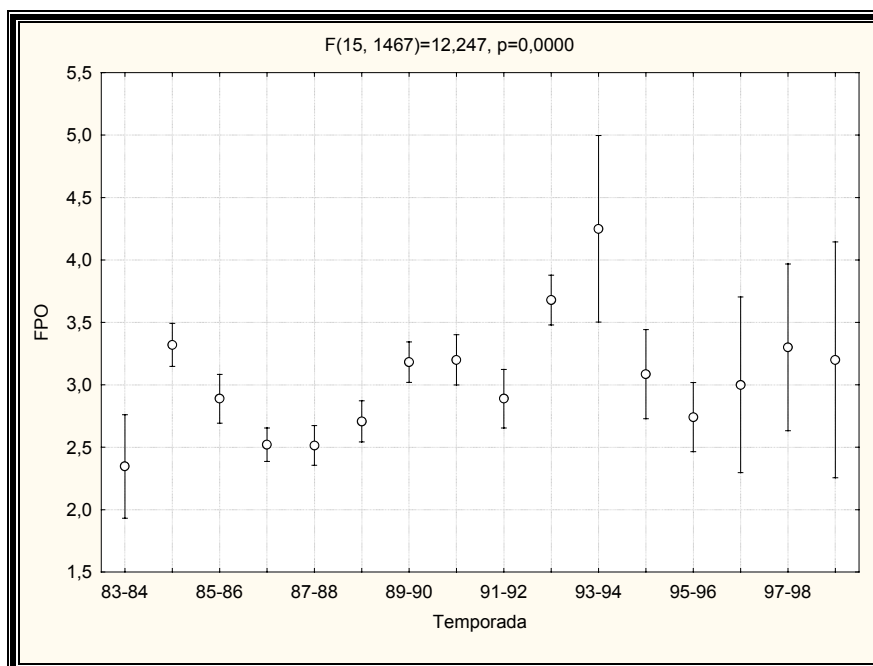


Figura 10. Grafica de análisis de varianza por grupos de la tortuga laúd *Dermochelys coriacea* en el Playón de Mexiquillo, Mich.

El valor del coeficiente de regresión y de correlación para el largo estándar promedio y la frecuencia de puesta observada (FPO) promedio, muestra un valor para el coeficiente de regresión y correlación de $r^2 = 0.17, r = -0.41, p = 0.10$, por lo que indica que no se encontró una relación entre estas dos variables (Cuadro 4)

El valor del coeficiente de regresión y correlación para la FPO promedio y el tamaño de la nidada promedio muestra un valor muy débil ($r^2 = 0.039, r = -0.19, p = 0.46$), por lo que no se encontró una relación significativa entre estas dos variables (Cuadro 4).

Variables	r^2	r	p	Significativo
FPO Vs Tiempo	0.17	0.42	0.10	No
LCC(prom) VS FPO (prom)	0.17	-0.41	0.10	No
FPO (prom) Vs TAMAÑO DE LA NIDADA (prom)	0.039	-0.19	0.46	No
FPO Vs EP (Esfuerzo de Patrullaje)	0.51	0.72	0.035	Si

Cuadro 4. Resultado de la regresión lineal entre las diferentes variables para la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en el Playón de Mexiquillo, Mich. LCC (prom)= largo curvo estándar promedio del caparazón, FPO (prom)= Frecuencia de puesta observada promedio.

Frecuencia de Puesta estimada (FPE).

El promedio de la frecuencia de puesta estimada durante el período de 1983-1999 para *Dermochelys coriacea* se observó un intervalo promedio de tres a 6.3 puestas, con un mínimo de tres (todas, excepto la temporada 1993-94) y un máximo de diez anidaciones (1984-85, 87-88, 89-90 y 92-93). El cuadro 5 muestra la estadística descriptiva de la frecuencia de puesta observada para la tortuga laúd.

Temporada	N	Promedio	Mínimo	Máximo	Varianza	Desviación estándar
1983-1984	18	4	3	9	2.5	1.6
1984-1985	100	5.1	3	10	2.4	1.6
1985-1986	1	3	3	3	-	-
1986-1987	124	5	3	9	2.3	1.5
1987-1988	94	4.9	3	10	2.2	1.5
1988-1989	104	4.8	3	9	2.6	1.6
1989-1990	118	5.2	3	10	3.6	1.9
1992-1993	73	5.7	3	10	3.7	1.9
1993-1994	4	6.3	4	8	4.2	2.1
1994-1995	29	4.6	3	9	2	1.4
1995-1996	35	4.8	3	7	1.3	1.1
1996-1997	7	4.7	3	6	1.2	1.1
1997-1998	9	4.8	3	8	3.4	1.9
1998-1999	4	4.5	4	6	1	1
Promedio	704	4.8	3	10	2.4	1.5

Cuadro 5. Frecuencia de puesta estimada promedio para la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en el Playón de Mexiquillo, Mich., durante el período de 1983 a 1999.

Se puede observar una gran fluctuación en la FPE promedio para las hembras anidadoras durante este intervalo de tiempo. Durante la temporada 1985-86 sólo se cuenta con un dato por lo que no se estimó. En la fig 12, se observa la fluctuación de la frecuencia de puesta estimada promedio que se encuentra en el intervalo de cuatro a cinco anidaciones por temporada para las hembras anidadoras y solamente durante la temporada 1993-94 se registro la FEP más alta con un promedio de 6.3 anidaciones por hembras (Fig. 11).

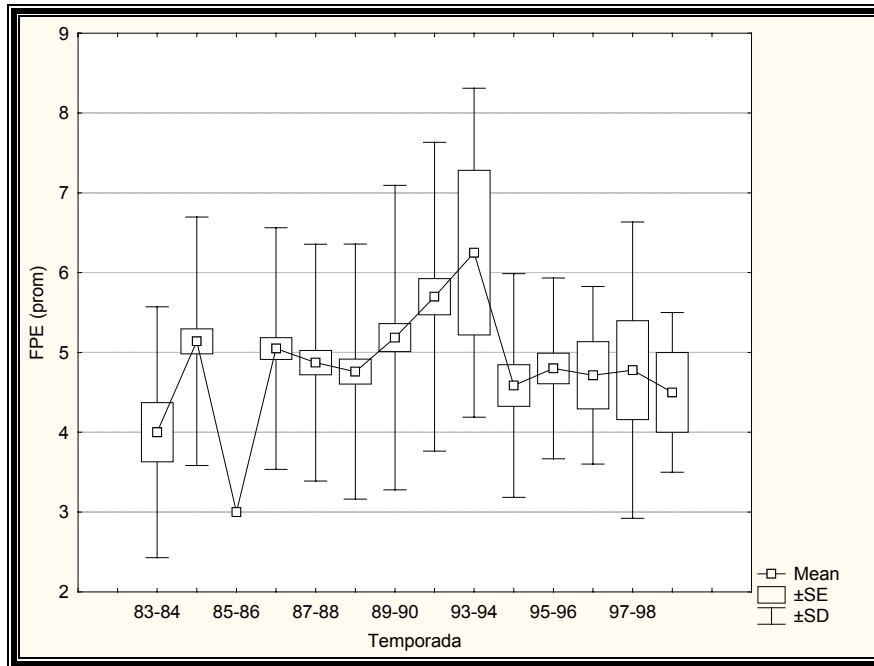


Figura 11. Diagrama de cajas para la frecuencia de puesta estimada de la tortuga laúd *Dermochelys coriacea* en el Playón de Mexiquillo, Mich. Prom = Promedio, SE= error estándar, SD= desviación estándar.

El análisis de varianza muestra que hay diferencias significativas entre las temporadas $F_{(13, 706)} = 2.48, p < 0.05$. La prueba de Tukey muestra que existen diferencias significativas entre la temporada 1983-1984 con las temporadas 1992-1993 y la temporada 1988-89 con la 1992-93 (Fig. 12 y Anexo 1).

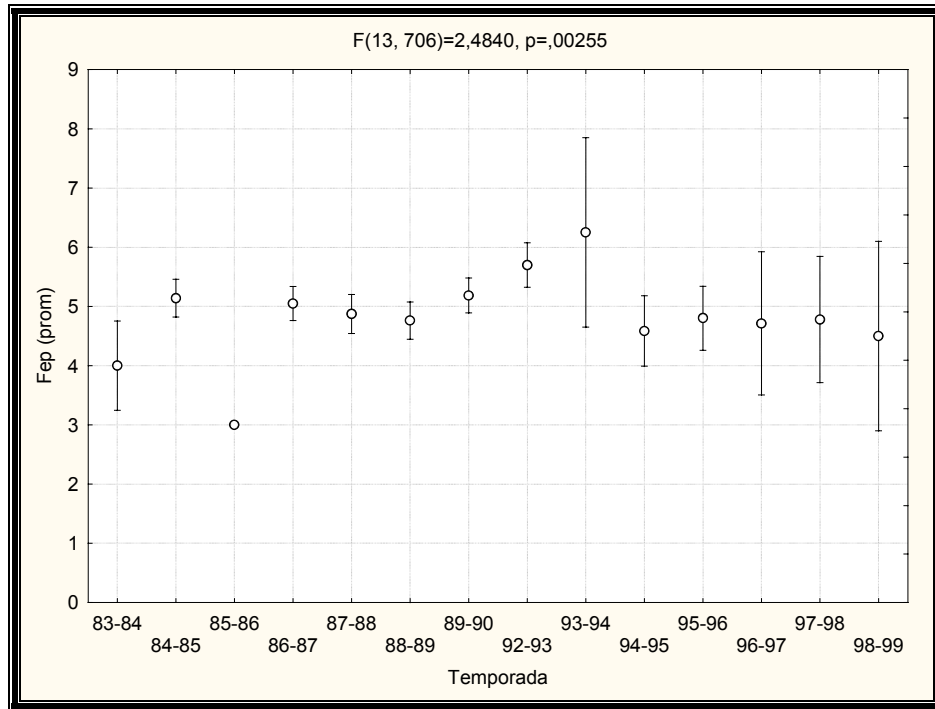


Figura 12. Análisis de varianza para la frecuencia de puesta estimada (FPE) para la totuga laúd en el Playón de Mexiquillo, Mich..

No se encontró una relación entre la FPE promedio de las hembras anidadoras y el tiempo como periodo de 1983 a 1999. ($r^2 = 0.07$, $r = 0.27$, $p = 0.34$) (Cuadro 6).

Variables	r^2	r	p	Significativo
FPE(prom) VS TIEMPO (1983-1999)	0.07	0.27	0.34	No

Cuadro 6. Resultado de la regresión lineal entre las diferentes variables para la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en el Playón de Mexiquillo, Mich. (prom)= Frecuencia de puesta observada promedio.

Tamaño de la nidada

El promedio general del tamaño de la nidada durante el período de 1983 a 1999 para *Dermochelys coriacea* es de 64 huevos puestos, Se observó un intervalo promedio de 55.5 (1993-94) a 74.2 huevos (1996-97) y con un mínimo de 1 huevo (1984-85 y 1992-93) y un máximo de 122 huevos (1986-87 y 1989-90; Cuadro 7).

Temporada	N	Promedio	Mínimo	Máximo	Varianza	Desviación estándar
1983-1984	159	61.3	9	94	210.4	14.5
1984-1985	658	63.3	1	111	227.7	15.1
1985-1986	893	61.2	3	116	253.7	15.9
1986-1987	1332	63.2	2	122	256.8	16
1987-1988	961	62.5	9	114	272.4	16.5
1988-1989	725	65.2	7	120	289.6	17
1989-1990	674	61.7	7	122	287.7	16.9
1990-1991	647	61.2	6	101	232.1	15
1991-1992	497	60.9	2	110	300.3	17.3
1992-1993	424	64	1	100	240.3	15.5
1993-1994	34	55.5	20	90	256.5	16
1994-1995	122	62.8	18	113	314.9	17.7
1995-1996	224	63.1	19	102	243.9	15.6
1996-1997	28	74.2	44	100	276.7	16.6
1997-1998	39	65.8	35	119	268.7	16.4
1998-1999	22	72	43	99	223.1	14.9
Promedio	7439	64	14.1	108.3	259.7	16.1

Cuadro 7. Estadística descriptiva para el tamaño de la nidada promedio para la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en el Playón de Mexiquillo, Mich., durante el período de 1983 a 1999.

Se ha presentado poca variación en el tamaño de la nidada promedio para el periodo comprendido entre 1983 a 1999 (60 a 65 huevos), en comparación con el período de 1993 a 1999 donde se observó un intervalo promedio mayor que el primer periodo (55 a 74 huevos puestos por hembra) En las últimas temporadas se observa un ligero incremento en el tamaño de la nidada promedio para las hembras anidadoras. Al igual que las otras variables, a partir de la temporada 1993, cuando se registra una drástica declinación de las anidaciones y del número de hembras anidadoras (Sarti *et al.*, 2000), se observa un incremento en el error estándar (Fig. 13 y Cuadro 7).

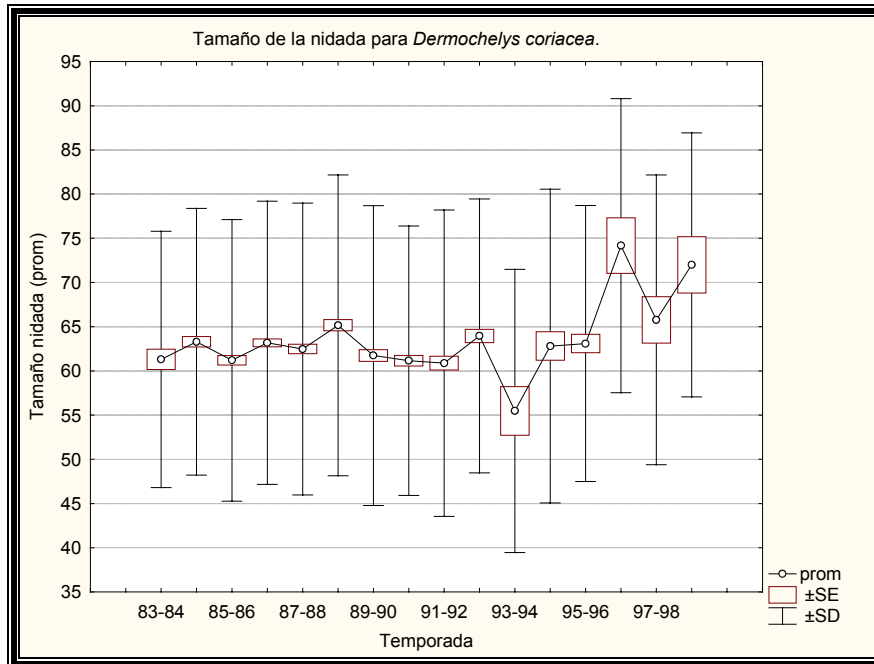


Figura 13. Diagrama de cajas para el tamaño de la nidada de la tortuga laúd *Dermochelys coriacea* en el Playón de Mexiquillo, Mich. Prom = Promedio, SE= error estándar, SD= desviación estándar.

El análisis de varianza para el tamaño de la nidada muestra que hay diferencias significativas por temporadas ($F_{(15, 7423)} = 4.98, p < 0.05$) (Fig. 14). La prueba de Tukey muestra que existen diferencias significativas entre las temporadas nos permitió identificar las temporadas con diferencias significativas, esta temporada es la 1996-1997 con el valor más alto y las temporadas con los valores más bajos (Anexo 1).

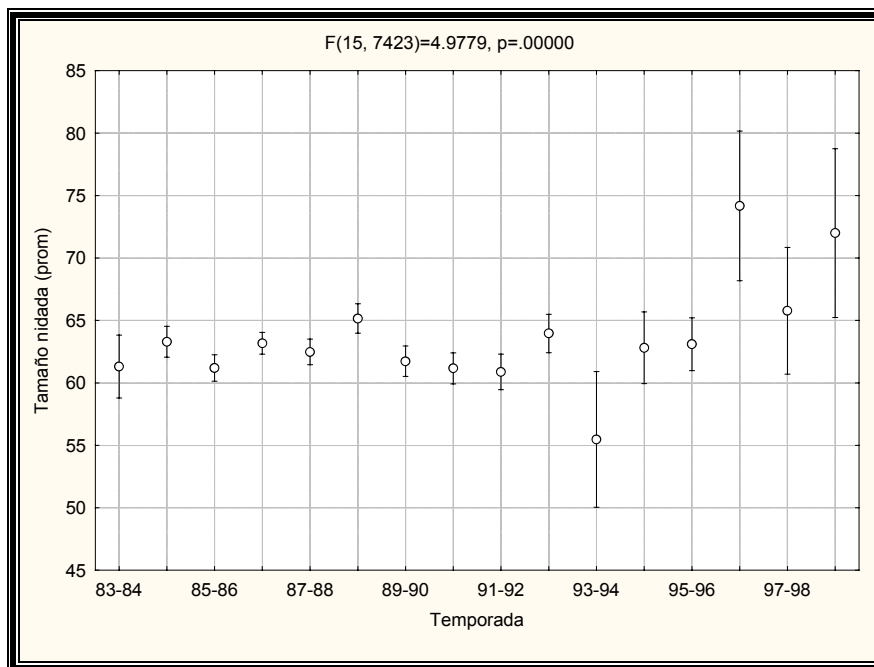


Figura 14. Análisis de varianza para el tamaño de la nidada de la tortuga laúd *Dermochelys coriacea* en el Playón de Mexiquillo, Mich..

La regresión lineal entre el tamaño de la nidada muestra que no hay relación en el tiempo ($r^2 = 0.22$, $r = 0.47$, $p = 0.06$) (Cuadro 8).

La relación entre el largo curvo estándar del caparazón (LCCs) y el tamaño de la nidada por individuo para todas las temporadas muestra una relación lineal significativa entre las dos variables con valores débiles ($r^2 = 0.028$ y $r = 0.16$, $p = 0.0000$). Sin embargo, solamente el 2.8 % de la variación del tamaño de la nidada puede explicarse por la talla de las hembras anidadoras, lo cual indica que pueden existir otros factores que están involucrados (Cuadro 8 Y Fig. 15).

Variables	r^2	r	p	Significativo
Tam. Nidada (prom) VS TIEMPO	0.22	0.47	0.06	No
LCC (prom) Vs Tam. Nidada (prom)	0.028	0.16	0.0000	Si

Cuadro 8. Resultado de la regresión lineal entre las diferentes variables para la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en el Playón de Mexiquillo, Mich. Tam. Nidada (prom)= Tamaño de la nidada promedio.

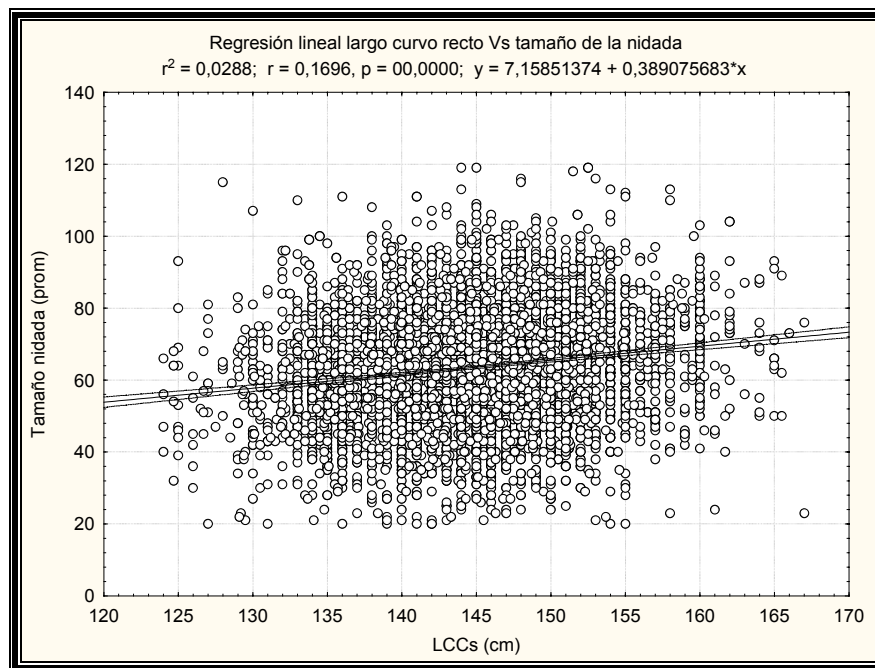


Figura 15. Regresión lineal entre el largo curvo central y el tamaño de la nidada para *Dermochelys coriacea* por individuo para el período de 1983 a 1999 en el Playón de Mexiquillo, Mich.

Una comparación entre el largo curvo estándar del caparazón (LCCs) y el tamaño promedio de la nidada muestra que mientras disminuye la talla de las hembras de *Dermochelys coriacea* que anidan en esta playa, el tamaño de la nidada aumenta en las últimas temporadas. A partir de la temporada 1996-1997, se observa una drástica reducción de la talla de las hembras anidadoras y por el contrario, es la temporada

donde se registra el mayor número de huevos puestos por hembra en promedio (Fig. 16 y Cuadro 7).

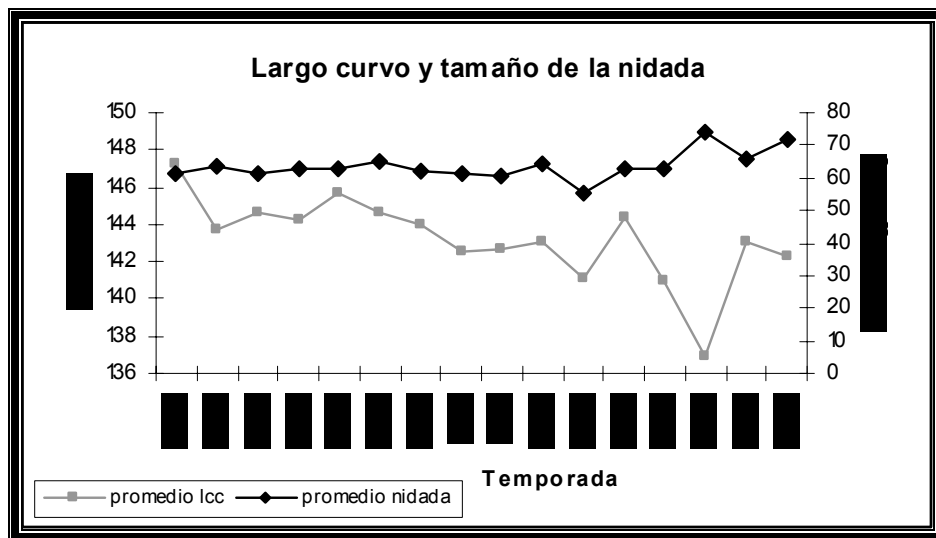


Figura 16. Largo curvo del caparazón y tamaño de la nidada promedio para *Dermochelys coriacea* por temporada en el Playón de Mexiquillo, Mich.

Fecundidad Total

Fecundidad observada total.

El promedio de la fecundidad observada durante el período de 1983-1999 para *Dermochelys coriacea* fue de 194 huevos por temporada, con un intervalo promedio de 142 huevos (1983-84) a 238 huevos (1993-94) y un mínimo de 38 huevos (1991-92) y un máximo de 462 huevos (1993-94, Cuadro 9).

Temporada	N	Promedio	Mínimo	Máximo	Varianza	Desviación estándar
1983-1984	26	142	96	196	535	23
1984-1985	150	212	130	312	1159	34
1985-1986	117	180	90	278	983	31
1986-1987	250	161	81	242	883	30
1987-1988	176	155	63	252	1126	34
1988-1989	164	178	78	270	1224	35
1989-1990	171	196	110	322	1659	41
1990-1991	110	194	72	300	1583	40
1991-1992	497	178	38	456	3103	56
1992-1993	112	237	124	329	1992	45
1993-1994	34	238	85	462	8158	90
1994-1995	35	192	117	283	2184	47
1995-1996	58	173	106	251	1151	34
1996-1997	28	224	94	336	4447	67
1997-1998	39	216	116	440	4671	68
1998-1999	23	231	138	317	2192	47
Promedio	1984	194	96.3	315.3	2315.8	45

Cuadro 9. Estadística descriptiva para la fecundidad observada total promedio para la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en el playón de Mexiquillo, Mich., durante el período de 1983 a 1999.

Se observa que hay periodos de fecundidad total más bajos y más altos que otros. A partir de la temporada 1993-1994, al igual que las demás variables analizadas se aprecia un incremento en el error estándar, debido a la reducción del tamaño de la población anidadora. Las dos temporadas con el mayor valor de fecundidad observada promedio es la 1992-93 y 1993-94 (Cuadro 9 y Fig. 17).

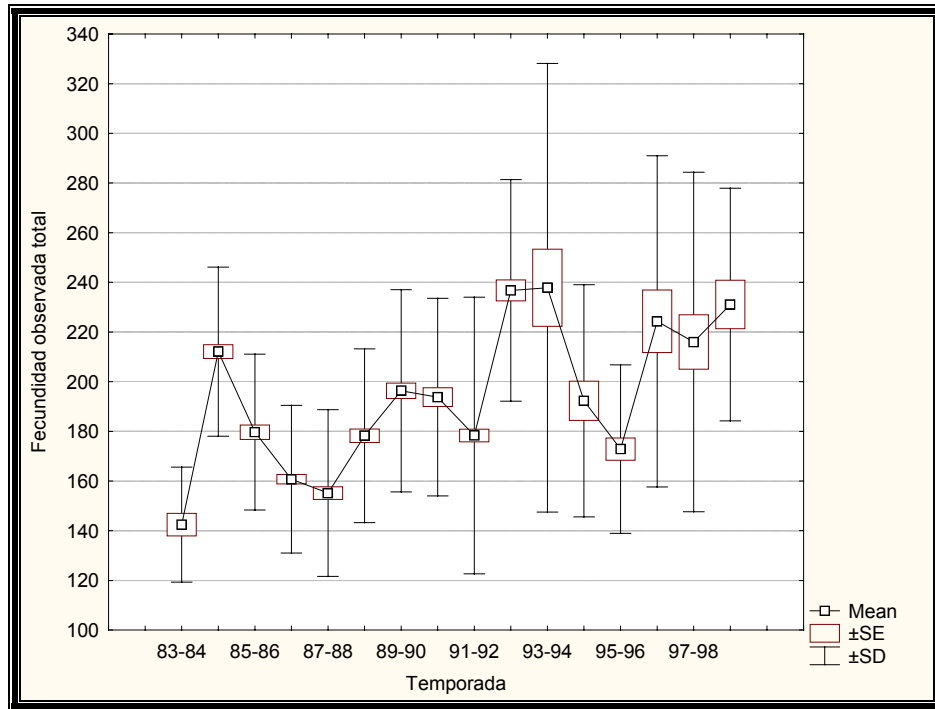


Figura 17. Diagrama de caja para la fecundidad observada total promedio para la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en el Playón de Mexiquillo, Mich., durante el periodo de 1983 a 1999. Prom = Promedio, SE= error estándar, SD= desviación estándar.

El análisis de varianza muestra que hay diferencias significativas por temporadas $F_{(15, 1968)} = 35.92$, $p = < 0.05$. (Fig. 18). Se realizó una prueba de Tukey para identificar las temporadas con diferencias significativas en los valores de fecundidad. Observando que estas, se encuentran entre las temporadas que presentan los valores más altos de fecundidad y las temporadas con los valores más bajos 1983-1984 (Anexo 1).

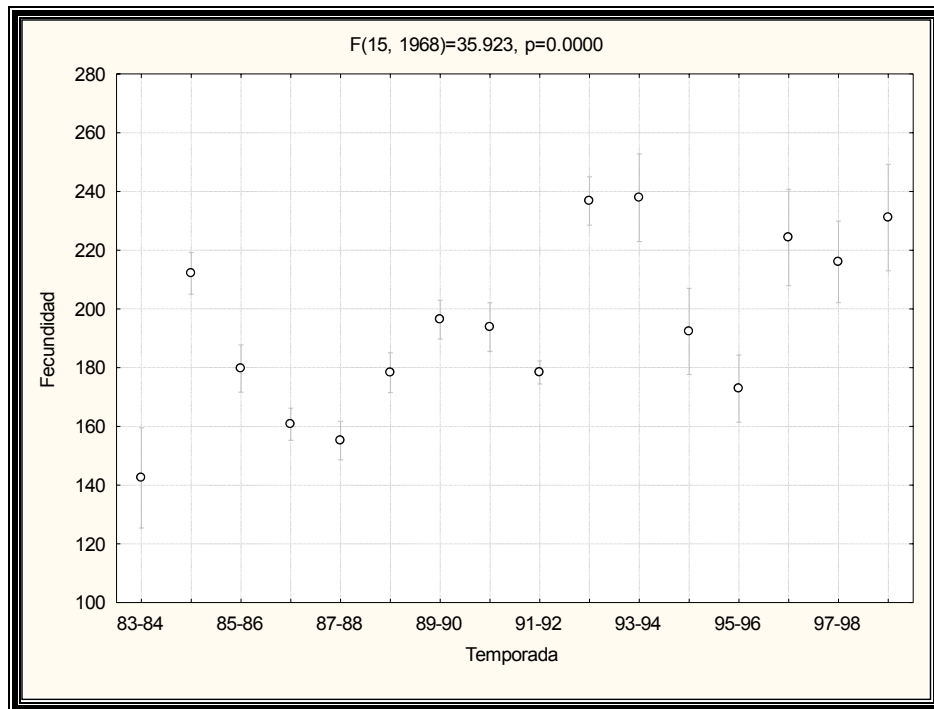


Figura 18. Análisis de varianza para la fecundidad observada total por temporada para la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en el Playón de Mexiquillo, Mich., durante el periodo de 1983 a 1999.

En el siguiente cuadro se puede observar los valores del coeficiente de regresión, correlación y la significancia de la prueba entre las variables (Cuadro 10).

Variables	r ²	r	p	Significativo
Fecundidad observada (prom) VS TIEMPO	0.38	0.62	0.01	Si
LCC (prom) Vs Fecundidad observada (prom)	0.028	0.16	0.0000	Si
FPO (prom) Vs Fecundidad total obs.	0.76	0.87	0.000008	Si

Cuadro 10. Resultado de la regresión lineal entre las diferentes variables para la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en el Playón de Mexiquillo, Mich. Tam. Nidada (prom)= Tamaño de la nidada promedio, FPO (prom) = Frecuencia de puesta observada promedio, LCC (prom) = Largo curvo estándar promedio del caparazón.

La regresión lineal entre la fecundidad total muestra que si hay relación en el tiempo aunque con un valor débil (r²= 0.38, r = 0.62, p = 0.01) (Cuadro 10, Fig. 19).

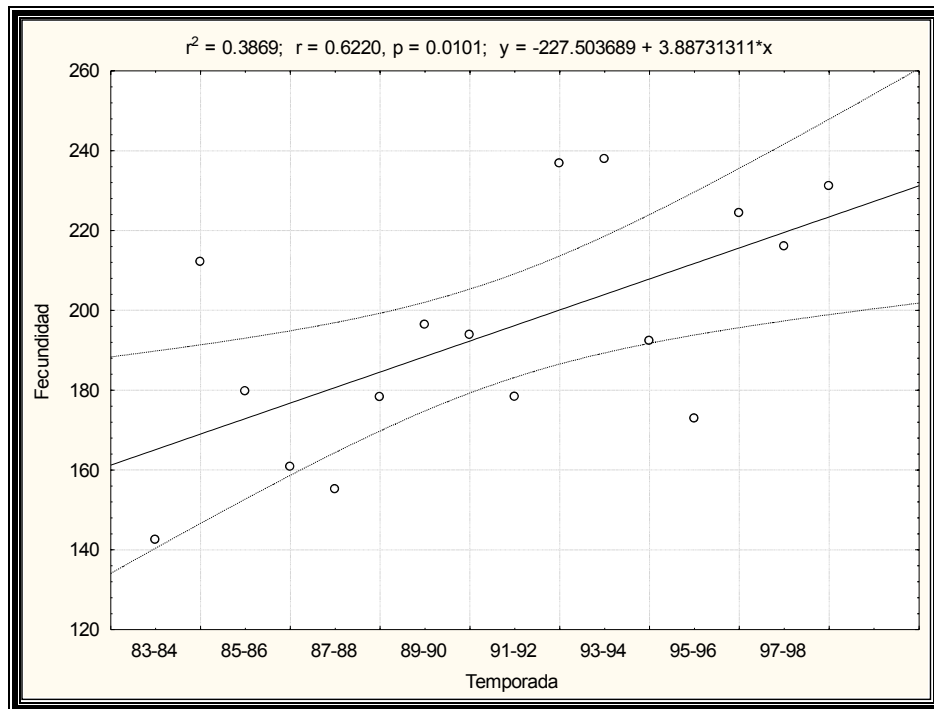


Figura 19: Tendencia de la Fecundidad observada total de *Dermochelys coriacea* en el Playón de Mexiquillo, Mich.

La gráfica de regresión lineal entre el largo estándar del caparazón y la fecundidad observada total muestra que hay un valor débil en el coeficiente de regresión y un coeficiente de correlación negativo, además se encontró una relación significativa entre estas dos variables ($r^2 = 0.38$, $r = -0.61$, $p = 0.01$) (Cuadro 10, Fig. 20).

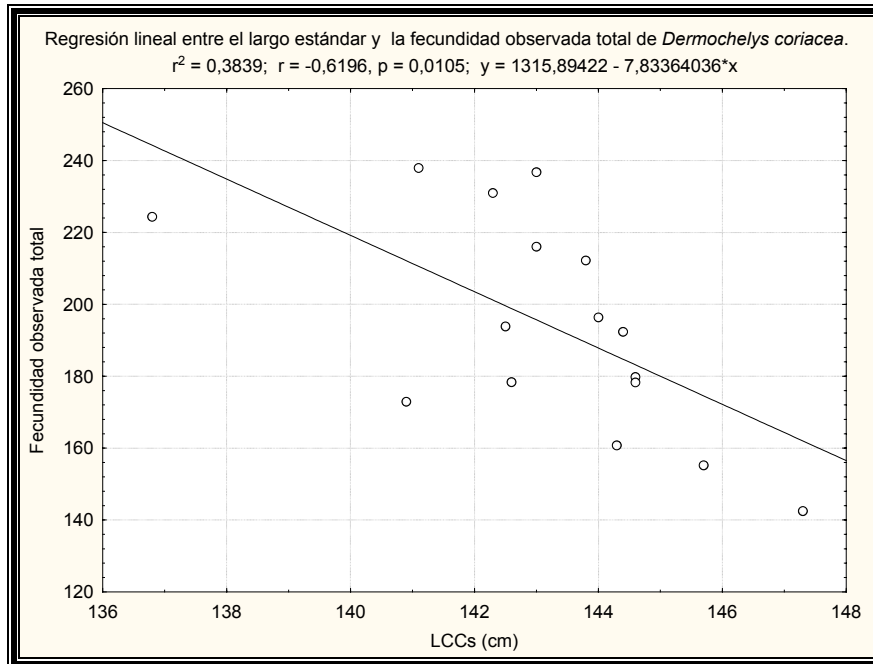


Figura 20. Regresión lineal entre el largo del caparazón (LCCs) Promedio y la fecundidad observada promedio de *Dermochelys coriacea* para el Playón de Mexiquillo, Mich.

Se encontró una relación significativa entre la fecundidad total observada y la frecuencia de puesta observada para las hembras anidadoras por temporada, se obtuvo un coeficiente de regresión y correlación de $r^2 = 0.76$ y $r = 0.87$, $p = 0.000008$. Lo que indica que a mayor frecuencia de puesta hay una mayor fecundidad en las hembras (Cuadro 10, Fig. 21).

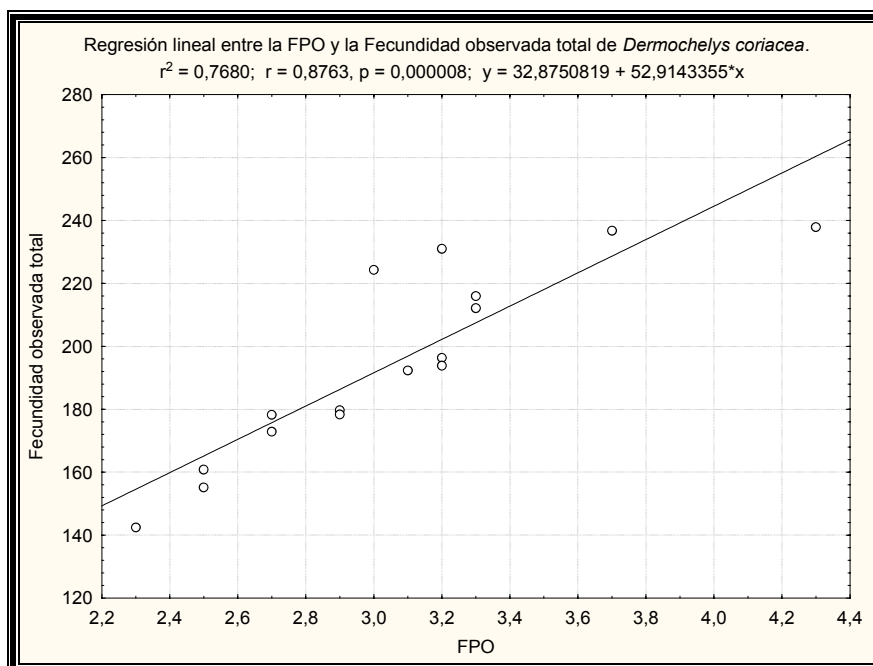


Figura 21. Regresión lineal entre la fecundidad total observada y la frecuencia de puesta observada de *Dermochelys coriacea*.

Fecundidad estimada total.

El promedio de la fecundidad estimada total durante el período de 1983-1999 para *Dermochelys coriacea* fue de 306 huevos por temporada, con un intervalo promedio de 159.2 a 367.5 huevos, durante la temporada de 1985-1986 y 1992-1993 respectivamente y un mínimo de 75 huevos (1986-87) y un máximo de 947 huevos (1995-96, Cuadro 11).

Temporada	N	Promedio	Mínimo	Máximo	Varianza	Desviación estándar
1983-1984	26	206.4	107	490	6926.7	83.2
1984-1985	113	303.7	104	732	15299	123.6
1985-1986	2	159.2	134	184	1275.1	35.7
1986-1987	154	281	75	634	15657	125.1
1987-1988	107	278.7	86	772	16984.9	130.3
1988-1989	123	283.4	87	666	17135.6	130.9
1989-1990	121	315.7	87	672	1918.6	138.4
1992-1993	73	367.5	163	714	20586.5	143.4
1993-1994	4	319.8	141	488	27425.1	165.6
1994-1995	29	288	114	642	14021.3	118.3
1995-1996	35	303.7	154	947	7116.1	84.3
1996-1997	7	354.1	208	508	13771.6	117.3
1997-1998	9	306	187	508	12497.1	111.7
1998-1999	4	277.4	209	317	2577.2	50.7

Promedio	807	306	198	412	7537.1	81.2
-----------------	------------	------------	------------	------------	---------------	-------------

Cuadro 11. Estadística descriptiva para la fecundidad estimada total para *Dermochelys coriacea*.

El comportamiento en la fluctuación de la fecundidad durante estos 16 años sugiere que podría basarse en períodos de baja y de alta fecundidad (Fig. 22).

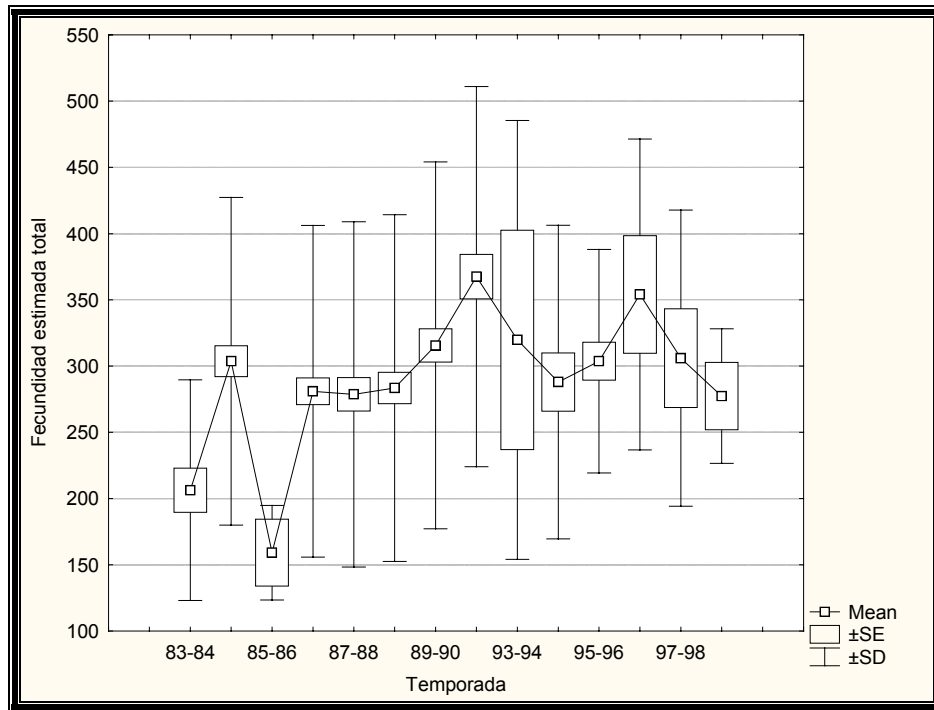


Figura 22 Fecundidad estimada total promedio de *Dermochelys coriacea* en el Playón de Mexiquillo. Mean= promedio, SE = Error estándar y SD= Desviación estándar.

El análisis de varianza muestra que hay diferencias significativas por temporadas $F_{(15, 1968)} = 35.92, p = < 0.05$. (Fig. 23). Los resultados obtenidos con la prueba de Tukey en cuanto a la identificación de temporadas con diferencias significativas de los valores de fecundidad, muestran que las temporadas con diferencias significativas son las siguientes, 1983-84 con las temporadas 1984-85, 1989-90 y 1992-93, la temporada 1989-90 con la temporada 1992-93 y la temporada 92-93 con las temporadas 1986-87, 1987-88 y 1989-90 (Anexo 1).

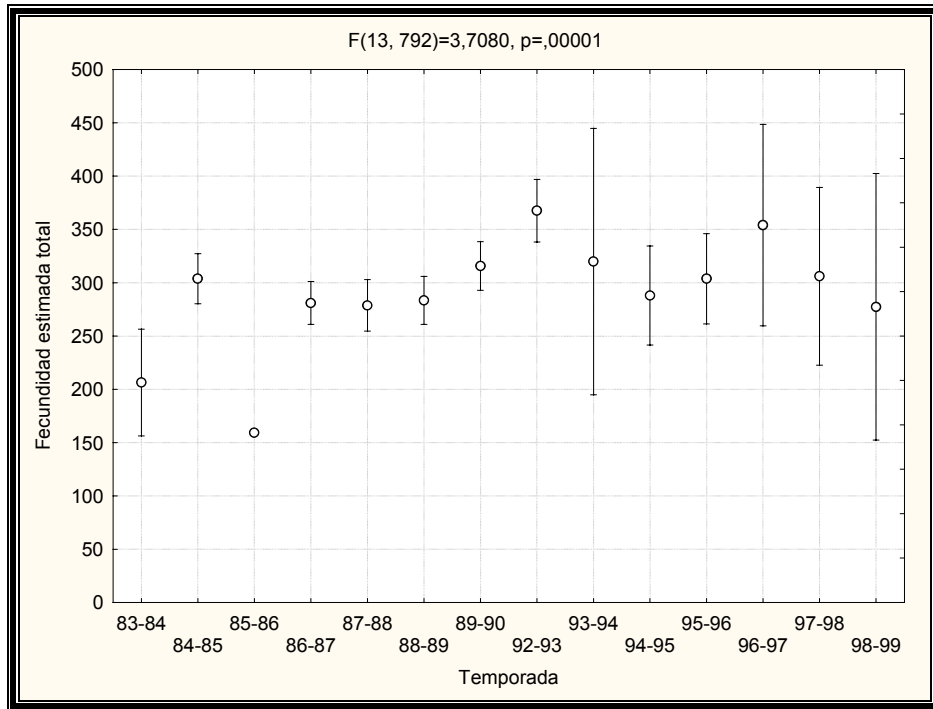


Figura 23. Gráfica de Análisis de varianza para la Fecundidad estimada total para la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en el Playón de Mexiquillo, Mich., durante el período de 1983 a 1999.

Se encontró una relación entre la fecundidad y el largo curvo del caparazón, aunque con valores muy débiles ($r^2 = 0.04$, $r = 0.20$, $p = 0.00000006$). Lo cual indica que las hembras más grandes tienen una mayor fecundidad estimada total (Fig. 24).

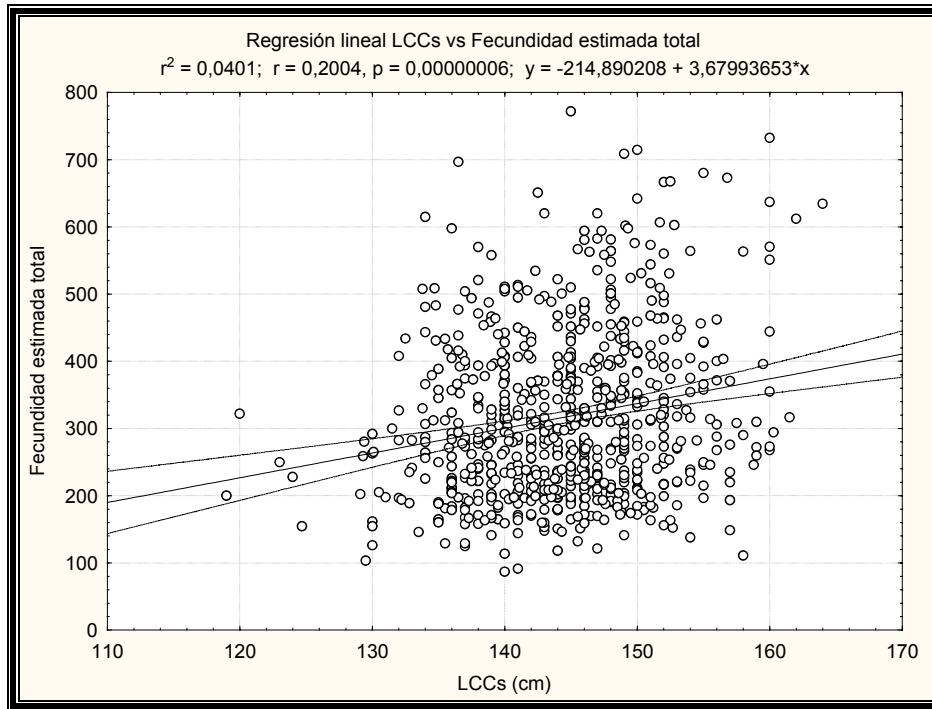


Figura 24. Regresión lineal entre el largo curvo estándar del caparazón y la fecundidad estimada total para la tortuga laúd *Dermochelys coriacea* en el Playón de Mexiquillo, Mich..

DISCUSIÓN

a) Talla de las hembras anidadoras

Se encontró una relación muy fuerte entre el largo estándar del caparazón (LCCs) y el ancho estándar del caparazón (ACCs), el valor del coeficiente de correlación fue más alto a lo reportado previamente por Benabib y Cruz (1982) obteniendo un coeficiente de correlación de $r = 0.64$ y Sarti *et al.*, (1988a) quien obtuvo un valor de $r = 0.66$. El coeficiente de correlación obtenido en este trabajo fue de $r = 0.88$, $p = < 0.05$, es el valor más alto obtenido para esta especie en esta playa (Fig. 8).

El promedio general en estos 16 años para el largo curvo estándar del caparazón (LCCs) reportado en este trabajo fue de 143.2 cm, con un intervalo de 136.8 cm a 147.3 cm (Cuadro 1). En otras playas del Pacífico se ha reportado valores que están dentro del intervalo obtenido en este trabajo como se muestra en el cuadro siguiente.

Playa	Promedio LCCs (cm)	Referencia
Tierra Colorada, Gro.	146.1	Pritchard, 1982
Las Baulas, Costa Rica	144.4	Hall, 1987, 1989.
Playa Grande, Costa Rica	147.6	Guadamuz, 1990
Langosta, Costa Rica	147	Chaves <i>et al.</i> , 1996
Playa Naranjo, Costa Rica	141	Cornellius, 1976 en Hall, 1987.

Cuadro comparativo del Largo curvo estándar del caparazón para la tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*) en diferentes playas de anidación.

La talla de las hembras anidadoras en el Playón de Mexiquillo coincide con otros reportes en el Pacífico, Sin embargo, en los años estudiados y de acuerdo al análisis de regresión lineal se observa una disminución en la talla de las hembras ($r^2 = 0.47$, $r = -0.68$, $p = 0.0032$) Fig 6). Es factible que la variación y disminución de la talla se deba a un efecto de muestreo debido a la drástica disminución del número de anidaciones de hembras anidadoras durante la década de los noventa (Sarti *et al.*, 2000) y que esta característica provoque un sesgo de la información biológica. La disminución en el tamaño de la muestra ocasiona un incremento en el error estándar (Fig. 5).

La disminución de la muestra observado en este trabajo no se debe al esfuerzo humano que ha sido medido como esfuerzo de patrullaje y que está en función de las hembras observadas entre la totalidad de hembras en la temporada (García, 2000), ya que este mismo autor demostró que el esfuerzo de patrullaje se incrementó a finales de los años ochenta y durante los noventa. Esto quiere decir que actualmente se observa casi la totalidad de hembras que arriban en una temporada pero el número de tortugas es menor comparado con las temporadas con mayor abundancia de hembras, en las que se observaban mayor número de tortugas sin embargo la fracción que se observa era menor considerando el total de la población anidadora.

Históricamente en el playón de Mexiquillo se han mostrado cambios en el número de hembras anidadoras y de las anidaciones (Sarti *et al.*, 2000). Según López *et al.*, (1990)

la densidad de anidación para el Playón de Mexiquillo de las secciones conocidas como Manzanilla-Majahua y Majahua-Punta fueron de 151.98 y 569.13 anidaciones/km respectivamente; la densidad de anidación para las mismas secciones del Playón de Mexiquillo durante la temporada de anidación de 1998-1999 fueron de 0.70 y 6.49 anidaciones/km (Sarti *et al.*, 1999).

Si bien en este trabajo se ha determinado que la variación de la talla puede ser debida a un efecto de muestreo hay que considerar que existen otros factores que podrían atribuirse la disminución de la talla en las hembras anidadoras, uno es la sobreexplotación de animales adultos por la pesca dirigida o incidental que sufrieron durante la década de los ochenta y noventa y al arribo de una mayor cantidad de hembras jóvenes de menor talla en las últimas temporadas.

Aunque el efecto de la sobreexplotación no es inmediato en las poblaciones, después de varios años puede apreciarse el efecto en la abundancia de la población y la talla de los individuos (Clover, 1986). Un estudio poblacional, realizado en el Atlántico muestra que la talla promedio de la población de *Dermochelys coriacea* en la Guyana donde se estimaba que el 80 % de la población anidadora moría cada año, propició una disminución de la talla. Durante este periodo se reportó una talla promedio de 151.9 cm de LCCs para la población anidadora en la Guyana (Eckert y Frazier, s/a), y fue comparada con datos provenientes de la Guyana Francesa y Surinam donde no había mortalidad de individuos, el promedio de la talla fue mayor (158.5 cm de LCCs) (Pritchard y Trebbau, 1984; Pritchard, 1986 en Eckert y Frazier s/año). La mortalidad de un gran número de individuos de esta especie hizo que la talla promedio disminuyera 6.6 cm para la población anidadora de la Guyana (Pritchard y Trebbau, 1984; Pritchard, 1986 en Eckert y Frazier s/año). Pritchard y Trebbau no reportaron el tiempo que tardó esta población anidadora de *Dermochelys coriacea* sobreexplotada para observar cambios en la composición de la talla promedio. En Mexiquillo la regresión lineal realizada en este trabajo muestra una disminución de la talla entre el período de 1983 a 1999 (Fig. 6). Los efectos de la sobreexplotación pesquera en las poblaciones, propiciada principalmente por la pesca comercial, afecta directamente la abundancia, distribución de éstas y favorece la disminución en la talla de los individuos, al no permitirles alcanzar un óptimo desarrollo (Clover, 1986).

En general existen muchos reportes de captura incidental para las tortugas marinas (Carr, 1977; Hillestad *et al.*, 1978, 1982; Lipske, 1980; Gunter, 1981 en Chan *et al.*, 1988); pero en la mayor parte de los casos se desconoce la mortalidad real causada por estas pesquerías. Estos registros de captura incidental a veces son de difícil acceso, por lo que muchas veces se desconoce el número real de capturas anuales en el Pacífico. Sin embargo, se estima que en todo el Océano Pacífico mueren anualmente alrededor de 1000 a 2000 tortugas laúd por la captura incidental (Spotila, *et al.*, 1996; Eckert y Sarti, 1997).

En el caso de la tortuga laúd hay pocos registros de captura incidental y es quizá una de las especies más difíciles para estudiar debido a su hábito y su conducta en el océano. Sin embargo, el registro que se tiene señala que el mayor impacto en esta especie es por las pesquerías comerciales de palangre de Hawai y de Chile (Sarti *et al.*, 1997b, 1999; Dutton *et al.*, 1997). Durante el período de 1994 a 1997, se localizaron algunas capturas incidentales de tortuga laúd desde la latitud 10° N a 40° N hasta la longitud 170° E a 130° W, por las pesquerías de palangre de Hawai (Kleiber, 1998).

Desafortunadamente la mayor actividad pesquera donde se utilizan palangres y redes agalleras, se realiza en la ruta migratoria de la tortuga laúd del Pacífico mexicano. Es probable que estas zonas donde existe un mayor esfuerzo pesquero sean zonas de gran productividad primaria y debido a esto exista una gran disponibilidad de alimento que son utilizados por muchos animales marinos, entre ellos la tortuga laúd. Durante el trayecto que realizan las hembras del Pacífico mexicano, desde las playas de anidación a las zonas de alimentación deben viajar por más de 900 Km, atravesando la corriente Norecuatorial (Eckert, 1999). Se estima que en el Pacífico Sur entre las costas de Chile y Perú, las pesquerías que utilizan redes agalleras y palangres, propiciaron una mortalidad anual de unos 3,000 individuos, mientras que en el Pacífico Norte la mortalidad es de unos 1,000 individuos (Eckert y Sarti, 1997).

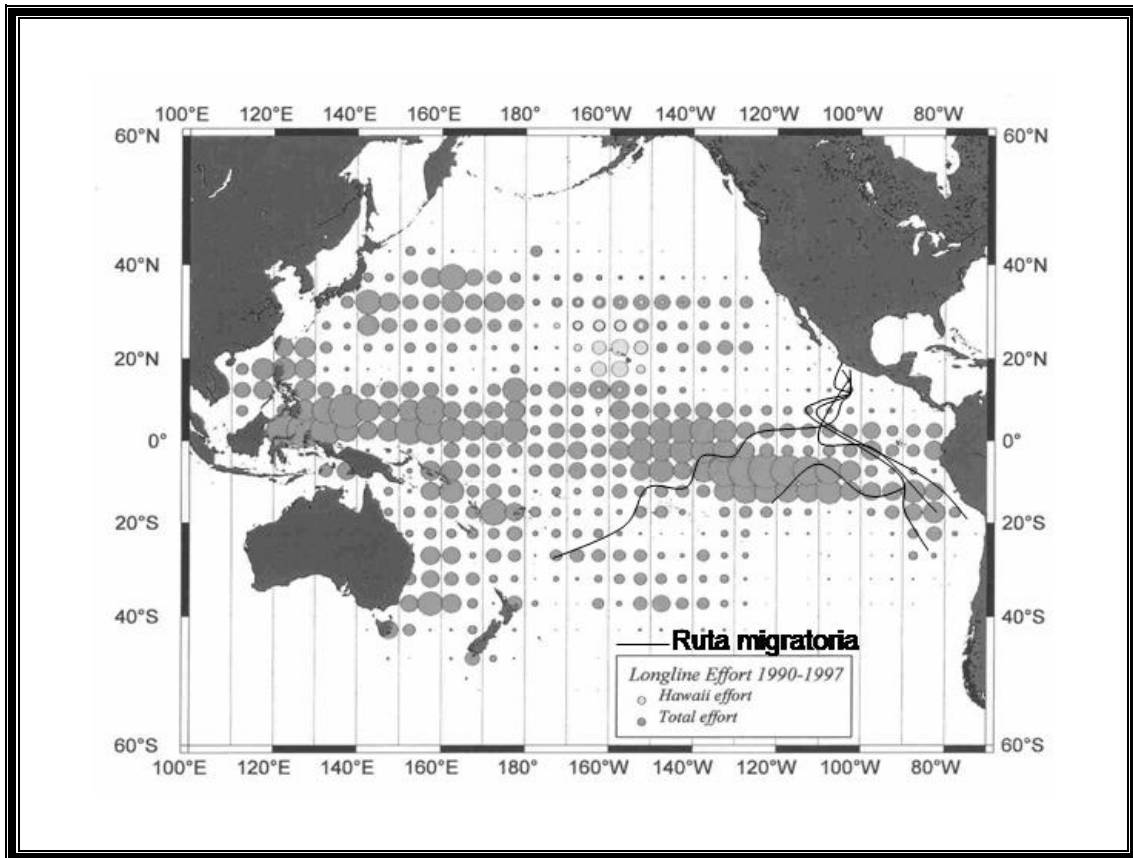


Figura 25. Ruta migratoria de la tortuga laúd (Tomado y modificado de Eckert y Sarti, 1997) y Esfuerzo Pesquero en el Océano Pacífico de 1990-1997 (Secretariat of the Pacific Community, 1997 en Workshop Western Pacific Sea Turtle).

La alta densidad en el esfuerzo pesquero en el Pacífico, remarcados por los círculos grises (Fig. 25) coincide con la ruta migratoria de la tortuga laúd del Pacífico mexicano y se observó que a medida que aumentaba el esfuerzo pesquero en Chile el número de nidos en Mexiquillo disminuyó (Fig. 26, Tomado y modificado de Eckert y Sarti, 1997).

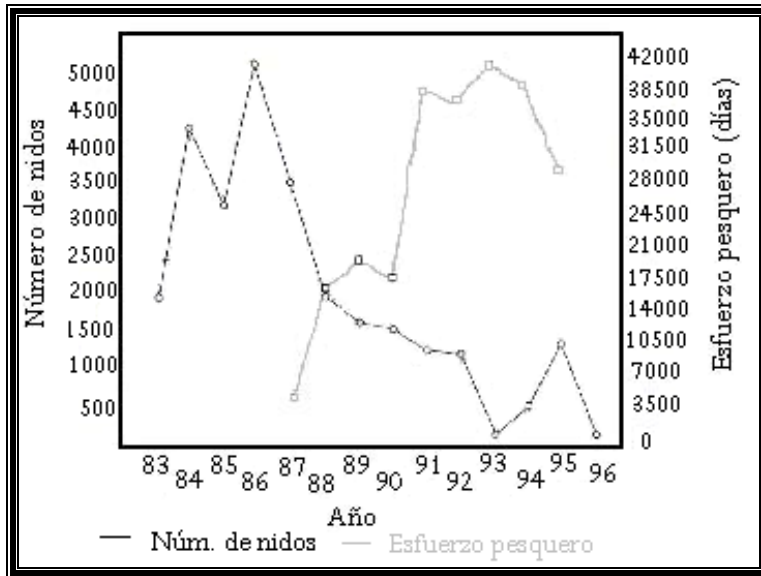


Figura 26. Declinación del número de anidaciones de tortuga laúd en el playón de Mexiquillo y el esfuerzo pesquero en Chile (Tomado de Eckert y Sarti, 1997).

El registro de captura por las pesquerías de redes agalleras que se han reportado para *Dermochelys coriacea* en el Océano Pacífico, muestra que las tallas más frecuentemente capturadas van de 100 a 160 cm de largo curvo estándar del caparazón (LCCs), aunque la incidencia de captura de tallas más grandes también es frecuente. Y al parecer las tallas menores a 50 cm (LCCs), son las que presentan menor frecuencia de captura por las pesquerías de redes agalleras (Fig. 27). Las tallas promedio del largo curvo del caparazón obtenidas en este trabajo de las hembras anidadoras, se encuentran dentro de la mayor incidencia de captura incidental por las pesquerías de gran escala (Fig.27 y 28; Cuadro 1).

Las pesquerías de palangre de Hawaii y de Chile al parecer son las que más han impactado a la población anidadora de tortuga laúd en el Pacífico central y Oriental (Wetherall, 1997).

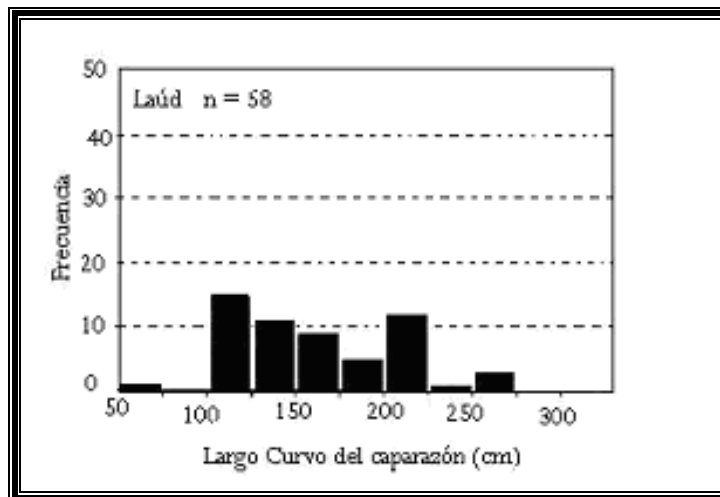


Figura 27. Distribución de frecuencias de las tallas capturadas en las pesquerías de redes agalleras durante 1990-1991. (Tomado de Wetherall, 1997).

Durante 1994 las pesquerías de Hawaii reportaron que se observaron diez capturas incidentales de las cuales la mayor incidencia se registro en el intervalo de 110 a 150 cm de largo recto del caparazón, (Fig. 28). Aunque no es comparable el largo curvo y el largo recto del caparazón, no se cuenta con información homogenizada que permita comparar los dos tipos de medidas; sin embargo aunque la relación entre estas medidas son similares, no significa que sean idénticas.

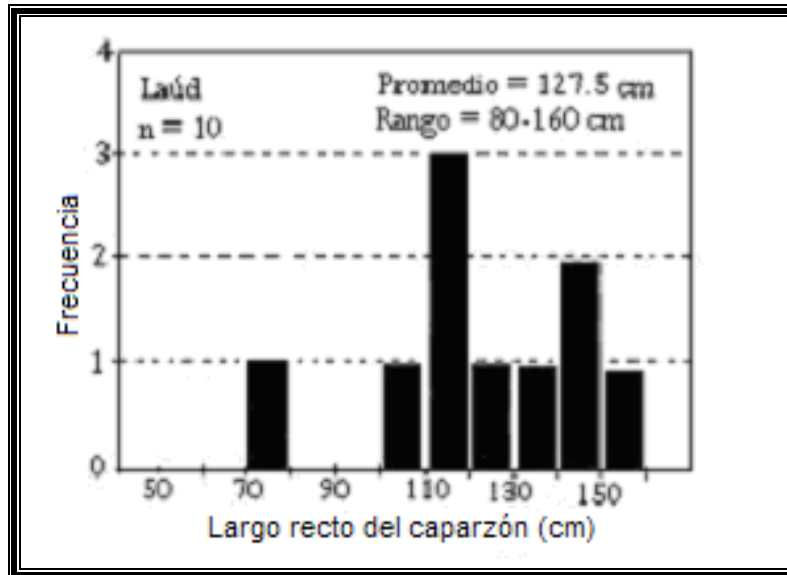


Figura 28: Distribución de frecuencias del tamaño de tortuga laúd capturadas por las pesquerías pelágicas de palangre de Hawai durante 1994. (Tomado de Wetherall, 1997).

La pesca con palangre y redes agalleras, son los dos artes de pesca que más han impactado a la tortuga laúd del Pacífico Mexicano, aunque se puede observar que las pesquerías de redes agalleras tienen un rango más amplio de captura (Fig. 27), en comparación con las pesquerías de palangre que tienen una menor frecuencia de captura de tallas menores a 100 cm de largo recto del caparazón (Fig. 28). El rango de captura de estas dos pesquerías se encuentra dentro del rango de las tallas promedio para la tortuga laúd del Pacífico mexicano. El rango de captura por la pesca incidental sólo afecta algunos cohortes de la población, pero desafortunadamente son los más productivos de la población ya que son organismos que se encuentran en plena madurez sexual o cercana a ésta.

De acuerdo con Huges (1996) el arribo de una mayor proporción de hembras más jóvenes de tallas más pequeñas, pueden favorecer la disminución del promedio de la talla para una temporada de anidación. Huges atribuyó la declinación de la talla de las hembras anidadoras de tortuga laúd en Tongaland en el período de 1964-1968 y 1994-1995, al arribo de muchas más hembras jóvenes, que remigrantes en Tongaland. Es posible que en el Playón de Mexiquillo al igual que en Tongaland, el arribo de más hembras jóvenes que se estén reclutando a la población anidadora, esté provocado una reducción en la talla promedio en las últimas temporadas. Sin embargo, la reducción de la talla en las hembras podría estar influenciada ya sea por el arribo de hembras jóvenes (neófitas) que se reclutan a la población anidadora o por las pesquerías comerciales que han actuado como una presión de selección en los individuos de esta especie.

En el playón de Mexiquillo la mayoría de las hembras observadas son tortugas vistas por primera vez y la presencia de hembras remigrantes es muy baja, menor al 40 % del total de la población anidadora (García, 2000). Aunque no es muy clara la relación entre la talla y el porcentaje de remigración en el cuadro siguiente hay que considerarla en función del tiempo, ya que las hembras eran de tallas más grandes que ahora y es posible que por esta causa no se observe la relación que Huges observó (Cuadro 13). Las causas del bajo porcentaje de remigración para la tortuga laúd del Playón de Mexiquillo aún se desconocen.

Temporada	Talla (cm)	% remigración
1983-84	147.3	8.7
1984-85	143.8	5.6
1985-86	144.6	5.4
1986-87	144.3	13
1987-88	145.7	30.5
1988-89	144.6	35.4
1989-90	144	20.5
1990-91	142.5	41.5
1991-92	142.6	24.6
1992-93	143	39.2
1993-94	141.1	37.5
1994-95	144.4	38
1995-96	140.9	25.5

Cuadro 13. Talla y Porcentaje de remigración para la tortuga Laúd en el Playón de Mexiquillo. El porcentaje de remigración fue tomado de García, 2000.

b) Frecuencia de puesta

El valor promedio de frecuencia de puesta observada (FPO) para las hembras anadoras en el Playón de Mexiquillo durante estos 16 años fue de tres, con un intervalo promedio de 2.3 a 4.3 y un mínimo de dos y un máximo de siete puestas por temporada (Cuadro 3). El resultado promedio de la FPO, no difiere al reportado por Sarti *et al.*, 1987, pero es menor para los más recientes reportes (Sarti *et al.*, 2004). La diferencia podría deberse a la reducción de la población anidadora a partir de 1993, que permitió una mayor observación de hembras a lo largo de la temporada y esto repercutir directamente en el incremento de la frecuencia de puesta por individuo. Para otras playas del Pacífico los valores obtenidos en este trabajo se encuentran dentro del intervalo reportado como se muestra en el cuadro siguiente.

Playa	FPO (prom)	Referencia
Océano Pacífico		
Playón de Mexiquillo; Mich.	3 a 5 (12 máx.)	Sarti <i>et al.</i> , 1987
Playas del Pacífico Mexicano	5 (3-11 intervalo)	Sarti <i>et al.</i> , 2004
Las Baulas, Costa Rica	3.6 (1993-1994) 3.5 (1994-1995)	Steyermark <i>et al.</i> , 1996
Océano Atlántico		
Sandy Point, St Croix, USVI	4.9 a 7 y 5.9	Eckert, 1987; Dutton <i>et al.</i> , 1994
Culebra, Puerto Rico	5.2 a 7	Tucker y Frazer, 1991

Cuadro comparativo de la Frecuencia de Puesta Observada (Promedio) para la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en diferentes playas de anidación.

Los cambios observados en la frecuencia de puesta observada (FPO) durante estos últimos 16 años, muestran que la tendencia general se ha incrementado ligeramente (Fig. 9 y 10). Sin embargo, a pesar del incremento aparente en la FPO de las hembras anidadoras, el número de anidaciones totales ha disminuido y la población ha disminuido drásticamente (Sarti *et al.*, 2000). El análisis de varianza mostró que hay diferencias significativas entre temporadas $F_{(15, 1467)} = 12.247$, $p = < 0.05$ (Fig. 11). La prueba de Tukey mostró que existen diferencias significativas entre la temporada 1983-1984 con las temporadas 1984-1985, 1989-1990, 1990-1991, 1992-1993 y 1993-1994 (Anexo 1). Las diferencias significativas son principalmente entre las hembras con una menor FPO contra las hembras de mayor FPO (Cuadro 3).

No se encontró relación entre la frecuencia de puesta observada y el tamaño de la nidada para ($r^2 = 0.03$, $r = 0.19$ $p = > 0.05$ Fig. 13), pero se ha reportado que el tamaño de la nidada disminuye substancialmente a medida que aumenta la frecuencia de puesta de una hembra en una temporada (Tuckert *et al.*, 1991). La disminución del tamaño de la nidada generalmente es a partir de la quinta anidación (Tucker, 1989). Tucker y Frazer, (1991) encontraron una relación positiva y significativa entre LCCs y la FPO ($r^2 = 0.18$) para *Dermochelys coriacea*. Frazer y Richardson, 1986 no encontraron ninguna relación significativa entre la frecuencia de Puesta y la talla para la tortuga *Caretta caretta*.

Por otro lado no se encontró ninguna relación entre la FPO y el largo curvo estándar. Se obtuvo un coeficiente de regresión y de correlación de ($r^2 = 0.17$, $r = -0.19$ $p = > 0.05$), respectivamente para el período de 1983 a 1999 (Fig. 12). La regresión muestra que las hembras más jóvenes presentan mayor frecuencia de puesta que las hembras de tallas mayores. Esto podría ser contradictorio, ya que se ha reportado que las hembras más grandes son las que presentan una mayor FPO (Tucker y Frazer, 1991). Sin embargo, el valor de la FPO en las hembras tiene grandes inconvenientes, debido a la dificultad para la observación de todas las anidaciones en una temporada. Por eso el valor de la FPO muchas veces no es un reflejo de la capacidad reproductiva de las hembras anidadoras. Este inconveniente puede manifestarse en los análisis estadísticos y en las regresiones lineales entre las características reproductivas. A principios de los años ochenta en el Playón de Mexiquillo, la frecuencia de puesta observada en las hembras fue menor que las hembras de finales de los años noventa, pero esto se debe que a principios de los años ochenta había una mayor dificultad para observar todas las anidaciones de las hembras debido a una mayor densidad de anidación, esto acarrea la falta de información reproductiva de algunas hembras anidadoras creando vacíos de

información. Y no se debió a una mayor capacidad reproductiva de las hembras anidadoras. A partir de los años noventa cuando la población anidadora declina, la observación de la mayoría de las anidaciones es más común, aunque todavía se llega a perder información biológica y reproductiva de alguna hembra que no es observada, pero es menor. Este análisis muestra también que las hembras de tallas más pequeñas tienen una mayor FPO, sin embargo esto se debe a la coincidencia entre el incremento en la observación de anidaciones de las últimas temporadas y la reducción en la talla de las hembras anidadoras presentada en este trabajo y no a una mayor capacidad reproductiva de las hembras de menor talla.

En tortugas marinas la alta FPO, ha sido establecida como resultado de programas de saturación de marcado y de un muestreo intensivo (Tucker, 1989); que permite una mayor identificación de hembras y de actividades reflejándose directamente en una mayor FPO. En Malasia se han reportado 12 anidaciones para *Dermochelys coriacea* por temporada como máximo, al igual que en México (Sarti *et al.*, 1987; 2002). García (2000), reportó una FPO promedio de 4 anidaciones por hembra +/- 1.2, con un mínimo y máximo de 3 y 9 anidaciones por hembra y Sarti *et al.* (1987), registraron un promedio de tres a cinco anidaciones por hembra, con un máximo de 12 anidaciones (Cuadro 14).

Algunos estudios sobre la FPO indican que al parecer la frecuencia de puesta es menor en poblaciones de mayor abundancia de hembras anidadoras y con playas largas en extensión (Steyermark, *et al.*, 1996). Se ha observado que cuando la FPO es menor, se debe a una mayor dificultad para la observación de todas las anidaciones de una misma hembra. Esto acarrea que muchas veces se subestime la capacidad reproductiva de las hembras (Steyermark, *et al.*, 1996). Y en el caso contrario, en poblaciones anidadoras pequeñas con playas de poca extensión la FPO es mayor en las hembras anidadoras, pero esto se debe a la poca densidad de anidación que permite observar la mayoría de las actividades de las hembras durante los censos nocturnos y la FPO se aproxima más al valor real del número de anidaciones de una hembra en una temporada (Steyermark *et al.*, 1996).

En el playón de Mexiquillo se han mostrado cambios en el número de hembras anidadoras y de anidaciones (Sarti *et al.*, 2000). La abundancia de hembras anidadoras de Mexiquillo de principios de los años ochenta era mayor que la actual. Además la distancia de recorrido en los censos nocturnos era de 4 km y la densidad de anidación era tan alta en esta zona que no permitía observar todas las anidaciones de tortuga laúd. Después de la drástica declinación del número de anidaciones en esta playa registrada por Sarti *et al.* (1996), se observa un incremento en la FPO (Fig. 9). La fluctuación observada para la FOP en este trabajo sugiere que se debe principalmente a la disminución de las anidaciones y al incremento en el esfuerzo de patrullaje.

García (2000) calculó el esfuerzo de patrullaje en el Playón de Mexiquillo para las temporadas 1983 a 1996, basándose en las actividades observadas de tortuga laúd contra las actividades totales en esta playa (Cuadro 14). Esto con el fin de valorar de forma cuantitativa la eficacia en la observación de las hembras anidadoras. En Mexiquillo ha variado desde los años ochenta hasta la actualidad debido a las condiciones que prevalecían a principios de esa década, ya que los recorridos nocturnos se hacían a pie en un área de 4 km desde el extremo SE del Playón conocido como La Punta hasta el estero el Salado. El esfuerzo humano era intenso considerando las condiciones desfavorables, pero el esfuerzo de patrullaje en estas temporadas fue bajo considerando

que no era posible la observación de la mayoría de las hembras anidadoras por la gran abundancia de ellas y además se limitaba a una zona pequeña del área de estudio.

Temporada	% Esfuerzo de Patrullaje
1983-84	20.5
1984-85	39.4
1985-86	39.6
1986-87	35.9
1987-88	38.4
1988-89	48.2
1989-90	57.6
1990-91	53
1991-92	57.3
1992-93	48
1993-94	52.7
1994-95	54.6
1995-96	45.1

Cuadro 14. Esfuerzo de patrullaje entre la temporada 1983 a 1996 en el Playón de Mexiquillo, Mich. (Tomado de García, 2000).

Los cambios registrados en la metodología como el uso de cuatrimotos para recorrer la zona de estudio, propició un incremento en el esfuerzo de patrullaje, como lo mostró los resultados obtenidos por García, (2000), para la temporada de 1983-1984 a la 1987-1988, el esfuerzo de patrullaje fue de 20.5% a 39.6% y para la temporada 1988-1989 a la 1995-1996 se incrementó de 48 % a 57.6%. El incremento en el esfuerzo de patrullaje se debió también a la drástica declinación de la población anidadora. Es decir, el menor número de anidaciones permitió la mayor observación de hembras anidadoras. El esfuerzo de patrullaje esta estrechamente relacionado con la frecuencia de puesta observada como lo demuestra el valor de la regresión lineal ($r^2 = 0.51$, $r = 0.72$, $p = 0.005$) (Cuadro 4).

Cuando calculamos la frecuencia de puesta observada (FPO) en las hembras generalmente existen vacíos de información, los que corresponden a las anidaciones que no fueron observadas y por lo tanto pueden estimarse estas anidaciones y permitir una mejor aproximación al valor de la frecuencia de puesta.

La frecuencia de puesta estimada (FPE) se observó un intervalo promedio de 3 a 6 anidaciones, con un máximo de 10 y un mínimo de 3 anidaciones; siendo el promedio general para este período de estudio de 4.5 anidaciones por hembra (Cuadro 5). A continuación se muestra un cuadro comparativo de la frecuencia de puesta estimada en otras playas.

Playa	Promedio FPE	Referencia
Océano Pacífico		
Playón de Mexiquillo; Mich.	5, con un mínimo de 3 y un máximo de 12	Sarti <i>et al.</i> , 1987; Sarti <i>et al.</i> , 1999.
Las Baulas, Costa Rica	5.1 y 4.9 (1993-1994 y 1994-1995)	Steyermark <i>et al.</i> , 1996
Océano Atlántico		
-	5.26	Boulon <i>et al.</i> , 1996
Culebra, Puerto Rico	5.9 a 7.5	Tucker, 1989

Cuadro comparativo de la frecuencia de puesta estimada en otras playas.

El promedio para la FPE reportado en este trabajo no difiere mucho de los valores reportados para otras playas del Pacífico.

Para poder estimar la FPE es necesario cumplir con ciertos supuestos que tienen varios inconvenientes: a) El primer supuesto sugiere que la primera puesta observada de una tortuga es su primer anidación, pero qué pasa con aquellas hembras que posiblemente ya han anidado en una playa vecina y que no fue registrada esta observación. La falta de esta información provee de errores que no son tan fáciles de controlar, pues no dependen del esfuerzo humano, sino del lugar en donde aniden las tortugas que puede ser dentro del área de estudio o fuera de ella; así como de los recursos disponibles para realizar el monitoreo de la población, por eso se asume que una hembra que es vista por primera vez también es su primer anidación de la temporada. Pero podríamos estar observando la segunda anidación de una hembra en lugar de la primera. La falta de esta información dificulta la estimación de esta característica reproductiva, ya que puede reflejarse en una menor frecuencia de puesta, b) El segundo supuesto sugiere que la última puesta observada de una hembra es la última puesta de la tortuga en la temporada. Este no es del todo cierto ya que como en el supuesto anterior, las hembras pueden anidar en otras playas y no ser observadas. Al igual que el primer supuesto tampoco podemos saber con certeza si las hembras que han dejado de ser observadas tuvieron otra anidación posterior. A veces en la misma zona de estudio es difícil observar a las hembras debido a que hay temporadas con muchas hembras anadoras anidando al mismo tiempo, pero esto es menos frecuente. Aunado a esto existen otros problemas que son ajenos al personal técnico como las zonas de difícil acceso donde a veces pueden llegar a anidar las hembras o a la pérdida de una marca que no permita la identificación del individuo y por consecuencia la pérdida de información de ese individuo, aunque este factor a sido minimizado colocando dos tipos de marcas en las hembras, una metálica de fácil observación, pero menor tiempo de retención y una marca electrónica llamada PIT, que se inyecta en el hombro derecho de las tortugas y que permite un marcado a largo plazo. Otro factor es el desplazamiento de las hembras durante la temporada de anidación, que es muy común y se ha observado que frente a la playa de anidación pueden desplazarse hasta por varios kilómetros (Eckert y Eckert, 1989). c) Y el último supuesto, sólo permite realizar dos estimaciones consecutivas de una misma hembra tomando en cuenta su intervalo de puesta. Estimar más de dos anidaciones podría acarrear una mayor incertidumbre en los datos. Muchas de las hembras que anidan no vuelven a ser vistas hasta un mes después y no toma en cuenta a las tortugas que presentan anidaciones con intervalos de puesta muy grandes, por lo que se reduce aún más el número de datos analizados y esto repercute directamente en una

muestra menor. Eckert y Eckert (1983) mencionan que las anidaciones de una misma hembra pueden ocurrir fuera de la playa en la cual comenzó su anidación, alterando la frecuencia de puesta y el intervalo de puesta, para minimizar esto se hacen estimaciones de esas nidadas que no fueron observadas.

Todos estos supuestos presentan algunos inconvenientes, pero también es importante destacar que es la única manera que ha permitido conocer más acerca de la biología reproductiva de las tortugas marinas. Quizá una de las mayores dificultades además de los antropomórficos, es la conducta que presentan estos organismos ya que el constante movimiento de las hembras dentro de la temporada de anidación y la falta de seguimiento de los individuos generan una información limitada para poder realizar estudios poblacionales.

Por último, calcular la frecuencia de puesta en las hembras anidadoras no es trivial, ya requiere de un gran esfuerzo en el campo para tratar de observar la mayoría de las anidaciones, así como de la identificación de los individuos, mientras más observaciones tengamos de una misma hembras más nos aproximamos al valor de la frecuencia de puesta. Pero desafortunadamente no siempre es posible observar el 100 % de las actividades y la estimación se vuelve necesaria para considerar todas las anidaciones posibles de una hembra.

c) Tamaño de la Nidada

El promedio general del tamaño de la nidada para *Dermochelys coriacea* en el Playón de Mexiquillo en el período de 1983 a 1999, es de 64 huevos puestos por hembra. El tamaño promedio de la nidada registrado en este trabajo coincide con los obtenidos para otras playas del Pacífico, como se muestra en el siguiente cuadro comparativo (Cuadro 17). De acuerdo con Pritchard (1971), las laúdes del pacífico presentan menor tamaño de la nidada a diferencia de las laúdes del Atlántico, ya que las últimas son de mayor talla.

Playa/ País	Tamaño de Nidada Promedio	Referencia
Océano Pacífico		
Playón de Mexiquillo; Mich.	48 a 64 y 63 huevos	Benabib, 1983; Sarti y Barragán 1995
Costa Rica	65.6 huevos	Cornellius, 1976
Malasia	85 a 90 huevos	Balasingam, 1967
Tortuguero, Costa Rica	81 huevos	Hirt y Ogren, 1987
Océano Atlántico		
Guyana Francesa	84 huevos	Fretey, 1980
Sandy Point St. Croix USVI	82 huevos	Eckert y Eckert, 1983

Cuadro 17. Comparación del tamaño de la nidada promedio para otras playas.

El tamaño de la nidada fluctuó de 55 a 74 huevos promedio con un máximo de 122 y un mínimo de 1 huevo para *Dermochelys coriacea* en el Playón de Mexiquillo (Fig. 13 y Cuadro 7). Estos valores son mayores a los reportados previamente por Benabib (1983) y Sarti (1995). No se observó una relación entre el tamaño de la nidada y el tiempo ($r^2=0.22$, $r = 0.47$, $p > 0.05$). En las últimas tres temporadas se ha observado un incremento significativo en el tamaño de la nidada ($F_{(15, 7423)}= 4.98$, $p = 0.00000$, Fig. 14 y Anexo 1).

La fluctuación en el tamaño de la nidada durante estas temporadas, para las hembras anidadoras del Playón de Mexiquillo puede deberse a: Talla de las hembras, estrategias de vida. Y el incremento del tamaño de la nidada a la calidad y disposición de alimento en sus zonas de alimentación y a un efecto de muestreo, provocado por la reducción de la población anidadora en las últimas temporadas, debido a la drástica declinación del número de anidaciones en el Pacífico Mexicano.

El análisis por individuo entre la talla y el tamaño de la nidada para *Dermochelys coriacea* durante el período de estudio, muestra que las hembras grandes son las que ponen las nidadas más grandes (Fig. 15); esta característica ya había sido determinada para la tortuga laúd (Hirth y Ogren, 1987; Tucker, 1989). Sin embargo, al analizar en este trabajo la talla promedio de las hembras y el tamaño de la nidada promedio por temporada este resultado fue diferente, ya que en los últimos años la talla promedio de las hembras ha disminuido y el tamaño promedio de la nidada se ha incrementado (Fig. 16). Este incremento en el tamaño de la nidada y la reducción en la talla de las hembras anidadoras del Playón de Mexiquillo es contrastante, en lo descrito por otros investigadores (Bustard, 1972; Hirth, 1980; Ehrhart, 1982; Frazer and Richardson, 1986 y Bjorndal and Carr, 1989).

Al analizar la talla de las hembras y el tamaño de la nidada por individuo se encontró una relación significativa pero débil entre el largo curvo y el tamaño de la nidada ($r^2=0.02$, $r = 0.16$, $p = < 0.05$, Fig. 20). Sin embargo, solamente el 2% de la muestra puede explicar esta relación entre estas dos variables. Y se ha demostrado que existen otros factores más importantes que determinan la fluctuación del tamaño de la nidada en las tortugas como lo es la alimentación (Swingland and Coe, 1979). Hirth y Ogren (1987), encontraron una relación significativa entre el largo del caparazón y el tamaño de la nidada para la tortuga laúd, aunque no reportan el valor de r^2 ($p<0.01$). Hall (1987), encontró una relación directamente proporcional entre el tamaño de las hembras y el tamaño de la nidada ($r^2= 0.162$, $p = <0.025$). Sin embargo, determinó, que la fluctuación del tamaño de la nidada no podía ser explicada únicamente por el tamaño de las hembras, ya que el valor tan bajo de r^2 implicaba que existían otros factores involucrados que provocaban la fluctuación en esta característica. La población anidadora de *Dermochelys coriacea* en Mexiquillo mostró un comportamiento muy similar en esta característica, por lo que refuerza la hipótesis de la existencia de otros factores más importantes en la fluctuación de esta característica reproductiva como lo es la dieta de las hembras anidadoras.

Desafortunadamente no se conoce mucho, a cerca de las zonas de alimentación de la tortuga laúd del Pacífico Mexicano y ha sido muy difícil su estudio debido a que es una especie pelágica y esto hace que se conozca muy poco acerca de las zonas de forrajeo de esta tortuga. Se ha observado que el desplazamiento en el océano de la tortuga laúd está relacionado con el desplazamiento de las medusas y que las hembras anidadoras migran frente a las costas Sudamericanas, donde al parecer se encuentra una zona muy importante de alimentación para esta especie (Eckert y Sarti, 2000). Es quizá en esta zona, donde las hembras se alimentan durante 2 o 3 años preparándose para la siguiente época o período de reproducción que generalmente se presenta en esta especie en ciclos de 2 o 3 años (García, 2000).

Se ha observado que la calidad y la cantidad del alimento en las tortugas marinas puede ser un factor determinante en la fluctuación de la capacidad reproductiva, a través de los tiempos de maduración, número de puestas y finalmente el tamaño de los individuos, o más directamente puede afectar las reservas energéticas viables para la reproducción (Harless y Morlock, 1989). El conocimiento de estas relaciones ha sido observado en tortugas en cautiverio. Los estudios realizados a largo plazo en *Malaclemys terrapin* por Barney (1922) y Hildebrand, 1929 en Harless y Morlock, 1989) demostraron que el tiempo de madurez sexual podría ser reducido 1 o más años al alimentar a las tortugas en el invierno. Haga, (1970) observó que la capacidad reproductiva anual de la tortuga terrestre *P. scripta* puede incrementarse con una buena alimentación. En el ambiente natural el incremento de la capacidad reproductiva en *P. scripta* está determinado por el incremento en la productividad primaria de los niveles tróficos más bajos de la cadena alimenticia (Gibbons, 1970). Gibbons y Tinkle (1969) sugieren que las diferencias en la dieta son una causa principal de la fluctuación en el tamaño de la nidada y de la variación reproductiva observada entre las poblaciones locales de *C. picta*.

En algunos quelonios, el comienzo de la madurez sexual está más relacionado con una talla mínima, que con la edad de las tortugas (Cagle, 1950; Ernst, 1971, Gibbons, 1968 en Harless y Morlock, 1989). Sin embargo, Bjorndal y Carr, (1989) en un estudio realizado a la tortuga verde (*Chelonia mydas*), observaron cambios en el tamaño de la nidada debido al incremento en la edad de las hembras anidadoras. Mencionaron que el tamaño de la nidada se incrementó con la edad de las hembras y descartaron que esto pudiera deberse a un incremento de la talla de las hembras de tortuga verde. Frazer (1984) reportó que la capacidad reproductiva incrementa con la edad en las hembras anidadoras de la tortuga caguama (*Caretta caretta*) en isla Cumberland. Sin embargo, se sabe que existe una relación entre la talla de las hembras y la edad de las tortugas (Zug y Pharman, 1996). En el playón de Mexiquillo no se conoce la edad de los individuos, pero sabemos que la mayoría de las hembras son vistas por primera vez, es decir son hembras neófitas por lo que descartamos que la edad sea un factor determinante para el incremento y la variación del tamaño de la nidada para las hembras anidadoras del Playón de Mexiquillo.

Otra de las cuestiones a considerar es la estrategia de vida que han adoptado las tortugas marinas a lo largo de su existencia en este planeta. En el caso particular de la tortuga laúd del Pacífico mexicano, una hembra puede depositar de 180 a 600 huevos en una temporada (Sarti *et al.*, 1993a). Sin embargo, esta enorme cantidad de huevos no son

depositados en una sola puesta. En las tortugas marinas el desove de las hembras es fraccionado y esta característica es una estrategia de vida muy importante, ya que minimiza la mortalidad masiva de los embriones, a consecuencia de la depredación por animales silvestres o introducidos y también por factores ambientales como inundación, erosión, etc. Además presenta otra ventaja, ya que la distribución de las nidadas sobre la playa evita una sobrepoblación de nidos (Buitrago, 1982). Otra razón del desove fraccionado es que evolutivamente las tortugas marinas no desarrollaron la capacidad de depositar todas las nidadas en una sola puesta, ya que esto implicaría cargar más de 200 huevos o más. (Carr y Hirth, 1961). Generalmente las tortugas de la familia Cheloniidae depositan 100 huevos en promedio (Carr, 1967) y quizá es la fracción que da justamente la repartición adecuada de riesgos por depredación de nidos y de erosión (Buitrago, 1982). En la tortuga laúd deposita 60 huevos en promedio (Pritchard, 1971) y esta cantidad de huevos puestos en la laúd, es quizás la fracción que da justamente la repartición adecuada de riesgos como lo menciona Buitrago (1982) para los cheloniidae. Otras posibilidades es que el tamaño de la nidada este limitado también por las extremidades posteriores, ya que se ha encontrado una relación entre estas dos variables (Hirth, 1980), inclusive podría estar determinado por el tamaño del oviducto.

Algunos autores sugieren que el intercambio gaseoso en los huevos depositados limita la masa de la nidada para todos los grandes reptiles contemporáneos como cocodrilos y los grandes dinosaurios (Seymour, 1979; Seymour y Ackerman, 1980). Debido a que las nidadas extremadamente grandes limitan la cantidad de oxígeno que es consumida por los embriones durante el período de incubación (Ackerman, 1980). Podríamos pensar que las tortugas marinas estratégicamente reparten las nidadas, para evitar nidadas extremadamente grandes que podrían restringir la cantidad de oxígeno disponible para los embriones durante el período de incubación. Evolutivamente la tortuga laúd presenta estrategias de vida diferentes a otras tortugas marinas (Buitrago, 1982). Básicamente las diferencias entre la familia Dermochelyidae radican en el tamaño de la nidada promedio, que es menor en comparación con la familia Cheloniidae. Sin embargo, la masa de la nidada y el tamaño del huevo es mayor para la Familia Dermochelyidae que para la Cheloniidae, es posible que el tamaño más grande de huevo favorezca la eclosión de crías más grandes y disminuya la mortalidad de las crías.

Las estrategias reproductivas que utilizan algunas especies son determinantes para la continuidad de la especie, las tortugas marinas evolutivamente han sido muy exitosas ya desde la aparición de estos animales hace unos 65 millones de años (Gulko y Ekert, 2003), han permanecido hasta la actualidad usando estrategias para distribuir y asegurar su descendencia.

Por último, es posible que el menor tamaño de la muestra en las últimas temporadas pudiera tener un efecto en los resultados, que estuviera sesgado hacia un valor determinado. Sin embargo, contrario a esto ahora en las últimas temporadas, tenemos proporcionalmente más información de las actividades totales en la playa. Por esta razón pensamos que podría haber un efecto de muestreo de nuestros datos (Cuadro 5).

d) Fecundidad.

La fecundidad total observada promedio en las hembras anidadoras en el Playón de Mexiquillo en el período analizado, fluctuó de 142 a 238 huevos (Cuadro 6). La fecundidad observada para las hembras de *Dermochelys coriacea* en México, ya había sido reportado con valores de 288 huevos puestos por hembra en cada temporada (Sarti *et al.*, 1993a, López *et al.*, 1994). García (2000), reportó una fluctuación de 192 a 254 huevos por temporada para la tortuga laúd en el Playón de Mexiquillo. Nuestros valores reportados son ligeramente más bajos a los reportados previamente por Sarti *et al.*, (1993a) y García (2000). Por su parte la fecundidad total estimada promedio para el periodo de 1983-1999 en las hembras anidadoras del Playón de Mexiquillo fue de 306 huevos por hembras, con una variación de 159 a 367 huevos (Cuadro 7). Sarti *et al* (1995b) encontró una variación de la fecundidad estimada de 239 a 334 huevos para la tortuga laúd en México. Otros autores han reportado valores ligeramente más altos de fecundidad para las hembras anidadoras en México, con valores de 240 a 600 huevos puestos por hembra (Benabib, 1983, Sarti *et al.*, 1993a, López *et al.*, 1994). Los valores reportados en general son ligeramente más bajos a los reportados previamente, pero es posible que esta diferencia radique en la forma de calcular los parámetros reproductivos por cada autor y al criterio que cada uno de ellos utilice. Para evitar este problema, se han estandarizado los métodos para calcular estos parámetros y que puedan ser comparados entre sí.

Uno de los principales problemas del cálculo de la fecundidad total de las hembras anidadoras, radica principalmente en la falta de información continua de cada una de las anidaciones ya que todas las hembras de tortugas marinas depositan más de una nidada durante su vida y mantener un seguimiento de cada anidación es un trabajo arduo y muy complicado. Para conocer la fecundidad de las hembras debemos considerar varios factores. El primer factor que debemos considerar al pretender calcular la fecundidad total de las hembras, es mantener un monitoreo constante de la población anidadora y la existencia de un programa continuo de marcaje-recaptura para la identificación de cada hembra, que arriba a la playa de anidación (Alvarado y Murphy, 2000). Una vez que se han identificado la mayoría de las hembras, existen otros problemas como la pérdida de marcas (Alvarado y Murphy, 2000). En el playón de Mexiquillo, se ha utilizado el doble marcaje con dos tipos de marcas, la marca metálica y la electrónica, que es un chip que se inyecta en el hombro derecho de las hembras, esta última marca es leída con un scanner que muestra un número de serie que identifica a esa tortuga. La utilización de estas dos marcas intenta minimizar la pérdida de información biológica y reproductiva de cada hembra que desova en la temporada. Sin embargo, existen muchos casos donde la pérdida de una marca dificulta el seguimiento de una hembra y por consecuencia la pérdida de la información reproductiva. Otro problema para determinar la fecundidad total de las hembras es el movimiento que presentan las hembras durante una temporada de anidación, ya que es común que muchas hembras aniden fuera de las zonas de protección y esto acarrea más vacíos de información que algunas veces pueden ser estimados, pero que en otros casos se puede perder el seguimiento de una hembra. Alvarado y Murphy (2000) recomiendan un tamaño de muestra grande, ya que mientras más cercano sea el tamaño de la muestra al número total de nidadas puestas en la temporada, la estimación será más confiable. Para el Playón de Mexiquillo el tamaño de la muestra a principios de los años ochentas era mayor a los años noventas, pero ahora, el tamaño de la muestra se aproxima más al total de nidadas puestas, por lo que ahora proporcionalmente la (n) es mayor.

Uno de los mayores inconvenientes en el cálculo de la fecundidad total observada de las hembras, es que ésta se realiza solamente con el total de las nidadas observadas de una hembra en particular. Si esta hembra anidó en otra parte de la playa en donde no fue observada esta anidación, no se considera y entonces se estará subestimando la fecundidad total de las hembras. El cálculo de la fecundidad observada será menor como se observa en los resultados de este trabajo. Por su parte el cálculo de la fecundidad total estimada sí considera las anidaciones que no fueron observadas durante la temporada y para poder realizar esta estimación es necesario calcular primero la frecuencia de puesta estimada que supone las anidaciones que no fueron observadas de las hembras tomando en cuenta los supuestos ya mencionados. Cada uno de estos supuestos a veces no se cumple del todo y dificulta el cálculo de la fecundidad total estimada de las hembras anidadoras.

Aunado a esto, otro problema que se ha reportado para determinar la fecundidad total de las hembras, es la baja estimación de esta característica principalmente en playas donde la densidad de anidación es muy alta y donde la extensión de la playa es grande. La alta fecundidad reportada para otras especies de tortugas marinas ha sido establecida como resultado de programas de saturación de marcado y de un muestreo intenso que permiten una mayor identificación de hembras (Tucker, 1989; Steyermark *et al.*, 1996). Las playas que no son monitoreadas intensivamente sugiere que la fecundidad total pueda ser subestimada (Tucker, 1989).

El playón de Mexiquillo es una playa que tiene una longitud de 18 km, pero a principios de los años ochentas no se monitoreaba el total de la playa debido a la alta densidad de anidación que se concentraba en 4 km aproximadamente de la playa, los recorridos eran de la sección conocida como “Punta-Salado” (Sarti *et al.*, 1984) y actualmente los recorridos se realizan de La Punta cubriendo 18 km que es la totalidad de la playa (López *et al.*, 1994). Sin embargo, para la temporada de 1993 se observaron cambios de densidad en la anidación, como consecuencia de la drástica declinación de hembras anidadoras reportada previamente por Sarti *et al.*, (1994b). Esto posiblemente ha repercutido en el cálculo de la fecundidad total observada y estimada de las hembras anidadoras del Playón de Mexiquillo.

En otras poblaciones de *Dermochelys coriacea* del Atlántico, la fecundidad reportada es mayor para las hembras anidadoras. En la playa de Tortuguero en Costa Rica, se ha reportado una fecundidad promedio de 447 huevos en una temporada (Hirth, 1980). Para las hembras del Refugio Nacional de Vida Silvestre de Sandy Point, St. Croix, USA., se ha reportado una fecundidad de 500 a 1200 huevos por hembra (Eckert y Eckert, 1983). La mayor fecundidad registrada en las hembras del Atlántico se debe a las diferencias morfológicas entre las dos poblaciones.

Una vez puntualizada toda la problemática del cálculo de la fecundidad total en las hembras anidadoras, analizaremos este parámetro reproductivo. Se encontró un incremento en la fecundidad observada total en la población de *Dermochelys coriacea* en las últimas temporadas (Fig. 19). Se encontraron diferencias significativas entre la fecundidad observada total de las hembras por temporadas $F_{(15, 1968)} = 35.92$, $p < 0.05$ (Fig. 18).

Se encontró una relación significativa entre la fecundidad total observada y el largo curvo estándar del caparazón, se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de $r^2 = 0.38$, $r = -0.61$, $p < 0.05$ (Fig. 20). Una explicación al incremento en la fecundidad observada total registrado en las hembras del Playón de Mexiquillo (Fig. 17) se puede deber al incremento en el tamaño de la nidada durante las últimas temporadas (Figura 13) y al incremento en las observaciones de la mayoría de las hembras que repercute en una mayor FPO. Cualquiera de estas dos características puede modificar el valor de fecundidad. La mayor eficiencia en el éxito de patrullaje a partir de 1990 han permitido una mayor identificación de hembras por medio de marcas monel y PIT, esta última marca ha permitido identificar hembras remigrantes, ya que el uso de marcas monel tiene la inconveniencia de no ser permanente debido a que puede perderse a lo largo del tiempo (Mrosovsky, 1976). El bajo éxito de patrullaje observado a principios de los años ochentas y la alta densidad de anidación de la tortuga laúd propiciaron una menor observación de hembras anidadoras y por consecuencia se registró una menor Fecundidad total observada para las hembras anidadoras. Por el contrario, la drástica declinación de la población anidadora de *Dermochelys coriacea* a principios de los años noventas y la disminución del número de hembras anidadoras por temporada, favoreció la observación e identificación de casi todas las hembras anidadoras en estas últimas temporadas por lo que la Fecundidad total observada de las hembras anidadoras fue mayor como se observa en este trabajo. Al relacionar la fecundidad total observada y la FPO encontramos una relación significativa entre estas dos características reproductivas ($r = 0.76$, $r = 0.87$, $p < 0.05$) (Fig.21 y cuadro 10). Lo cual indica que existe una gran relación entre la FPO y la fecundidad, es decir a mayor FPO hay una mayor fecundidad en las hembras anidadoras. Sin embargo, la fecundidad también está en función del tamaño de la nidada y sin olvidar toda la problemática del cálculo de la fecundidad total.

Ya fue discutido que el incremento en la nidada puede deberse a la dieta de las hembras anidadoras que implica calidad y la cantidad de alimento, es posible que este factor junto con toda la problemática mencionada de cambios de densidad de anidación y esfuerzo de patrullaje estén jugando un rol determinante en el valor de esta característica reproductiva.

El comportamiento general de la fecundidad total observada (Fig. 17) y estimada (Fig. 22), en este trabajo sugiere que la fecundidad total de las hembras podría basarse en períodos de baja fecundidad y alta fecundidad (Fig. 22), aunque es más claro este comportamiento para la fecundidad total observada. Estos ciclos podrían estar regulados por la alimentación según Bjorndal, 1985; Gibbons, 1982 en Tucker, 1989, ya que la alta fecundidad es un reflejo de la adquisición de reservas energéticas y a factores ambientales como eventos oceanográficos de impacto mundial como lo es EL Niño Oscilación del Sur (ENOS) y su contraparte La Niña que regulan la cantidad de alimento disponible para la tortuga laúd. Aunque también pueden estar determinados por factores de origen no ecológicos como ya han sido mencionados: Pérdida de información reproductiva debida a la discontinuidad de observaciones de las hembras, cambios en la densidad de anidación que repercuten en una mayor o menor observación de hembras y al esfuerzo de patrullaje.

Aunque se desconoce el papel que juegan algunos factores ambientales en el potencial reproductivo de las tortugas marinas, existen algunos reportes sobre el impacto del ENOS, en las tortugas marinas; Steyermark *et al.*, (1996) atribuye la fluctuación del número de hembras a cambios en la temperatura superficial del mar relacionado con un

evento ENOS. Saba *et al* (2005) refuerza la idea de que la temperatura superficial del mar tiene un efecto significativo en el período de remigración de *Dermochelys coriacea*. Es posible que la fluctuación del número de individuos que aniden en una temporada esté determinada en parte por este factor ambiental pero existen otros como la drástica declinación de hembras que puede ser determinantes. Bjorndal (1985) demostró que cuando hay cambios desfavorables en la disponibilidad de los recursos (alimento), puede afectar la capacidad reproductiva y crecimiento de las tortugas marinas.

Para las hembras anidadoras de tortuga laúd del Pacífico Mexicano se ha establecido que una de las principales zonas de forrajeo se encuentran frente a las costas Sudamericanas (Eckert y Sarti, 2000; Fig. 2), siendo esta zona de forrajeo muy susceptible de ser afectada por este evento climático. Los efectos del ENOS sobre la tortuga laúd no se observarían inmediatamente, ya que cuando ocurre un evento ENOS las hembras que se alimentan y preparan para la época reproductiva regresaran en 2, 3 o 4 años después cuando los ciclos reproductivos de las hembras estén completados.

Es posible que los eventos de El Niño más fuertes puedan influir en una menor fecundidad de las hembras, debido a la disminución de la productividad primaria y que pueda repercutir en una menor abundancia de alimento para la tortuga laúd. Y por el contrario con eventos de años Niña aumente la fecundidad de las hembras, debido a que La Niña podría favorecer una mayor abundancia de medusas debido a la alta productividad de organismos primarios y brindar mayor disponibilidad de alimento a las laúdes que habitan en esta zona. Desafortunadamente no podemos asegurarlo del todo, por lo que proponemos este tema como un trabajo de investigación a futuro.

Finalmente el estudio de las características reproductivas en la tortuga laúd en este trabajo han sido importantes para entender de manera global, las variaciones, las tendencias y la relación de algunas características reproductivas entre sí, a lo largo de un período de 16 años. Analizando factores ecológicos, ambientales y humanos que podrían estar jugando un rol en la variación de estas características reproductivas en la tortuga laúd. El estudio a largo plazo es necesario para proporcionar mayor información y poder entender más sobre la ecología de esta especie. Además de incrementar el conocimiento sobre estos aspectos, los resultados podrían predecir comportamientos o tendencias en las características reproductivas analizadas en este trabajo que podrían servir para el manejo y la conservación de esta especie. Sin embargo, es necesario estudiar con mayor detalle la relación que tiene el ambiente con las fluctuaciones en las características reproductivas de esta especie, debido a que es un área poco estudiada en tortugas marinas.

Para finalizar englobaremos todas las característica reproductivas analizadas en este trabajo. La talla de las hembras de los años noventa ha disminuido 5 cm con respecto a las hembras anidadoras de principio de los ochentas. Una de las causas principales ha sido la mortalidad de adultos provocada por las pesquerías comerciales de gran escala que utiliza artes de pesca como palangres y redes agalleras (Spotila *et. al.*, 1996, 2000; Eckert y Sarti, 1997). Clover (1986) mencionó que la sobreexplotación pesquera en las poblaciones, afecta la abundancia, distribución y favorece la disminución en la talla de los individuos, al no permitirles alcanzar un óptimo desarrollo. Además el arribo de hembras jóvenes (neófitas) que se han reclutado a la población anidadora en los últimos años, ha favorecido la disminución de la talla promedio. En contraparte la FPO, FPE, el tamaño de la nidada promedio y la fecundidad total se han incrementado. El incremento

registrado en la FPO y la FPE, se deben principalmente a un incremento en el esfuerzo de patrullaje que incrementa la observación de actividades de hembras anidadoras, por lo que no hay evidencia de que este incremento observado en la FPO y la FPE de la tortuga laúd, se deba a un incremento en la capacidad reproductiva de las hembras. El incremento observado en el tamaño de la nidada de la tortuga laúd en las últimas temporadas, esta determinado en parte por la talla de las hembras pero existen otros factores que pueden ser determinantes para esta característica como lo es la dieta de las hembras (Swingland y Coe, 1979), aunque también el tamaño de la nidada pudiera estar determinado por estrategias de vida que tienden a dispersar las nidadas para minimizar la mortalidad masiva de los embriones durante el período de incubación. El incremento observado en la fecundidad depende directamente del tamaño de la nidada y la frecuencia de puesta. La información analizada no muestra la suficiente evidencia para determinar una mayor capacidad reproductiva de las hembras anidadoras del Playón de Mexiquillo. Sin embargo, para finalizar hay que destacar el esfuerzo tan importante que se ha realizado para proteger a esta especie y generar una base de datos tan importante; es posible que con este tipo de estudios pueda ayudar a planear estrategias para la conservación de esta especie a largo plazo.

CONCLUSIONES

- a) La variación de la talla de las hembras anidadoras se ha atribuido a un efecto de muestreo por la disminución del tamaño de muestra de las últimas temporadas.
- b) La frecuencia de puesta observada y estimada muestran que se presentan ciclos de alta y baja frecuencia de puesta promedio por temporada para las hembras anidadoras y no se aprecia un incremento en estas características.
- c) Se ha observado un incremento en el tamaño de la nidada promedio por temporada en los últimos años.
- d) Al igual que la frecuencia de puesta, se observan ciclos de alta y baja fecundidad promedio para las hembras anidadoras.
- e) Los resultados no aportan la suficiente evidencia que demuestren un incremento en el potencial reproductivo de la tortuga laúd del Pacífico Mexicano.

RECOMENDACIONES

1. Continuar con el monitoreo y marcaje de la población anidadora para recabar mayor información biológica y reproductiva de esta especie.
2. Incrementar o mantener el esfuerzo de patrullaje para obtener la mayor información posible de las hembras anidadoras.
3. Se recomienda que todos los parámetros poblacionales y reproductivos que son registrados durante el monitoreo de las hembras se haga con personal capacitado.
4. Estudiar con mayor detalle la relación que tiene el ambiente con las fluctuaciones en las características reproductivas
5. Realizar un estudio de parámetros biológicos y reproductivos de la tortuga laúd relacionadas con eventos climáticos como El Niño Oscilación del Sur (ENOS).
6. Finalmente sugerimos considerar las fluctuaciones y tendencias mostradas en el presente trabajo para el manejo de la población anidadora a largo plazo.

REFERENCIAS

- Ackerman R. A. (1980). Physiological and Ecological Aspects of Gas Exchange by Sea Turtle Eggs. *Amer. Zool.* 20:575-583.
- Benabib, N. M., y L. E. Cruz Wilson. (1981). Resultados preliminares del trabajo realizado en importantes playas de anidación de *Dermochelys coriacea* en Michoacán. VII Simposio Latinoamericano sobre oceanografía biológica. Acapulco, Gro. México. 625-636 p.
- Benabib, N. M. y L. Cruz. (1982). Establecimiento de un campamento tortuguero en Caleta de Campos, Mich. Estudio de algunos aspectos de la Biología. *Biología de campo*.
- Benabib, N. M. (1983). Algunos aspectos de la biología de *Dermochelys coriacea* en el Pacífico Mexicano. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 83 p.
- Birkenmeier, E. (1971). Juvenile leathery turtles, *Dermochelys coriacea* (Linnaeus), in captivity. *Brunei Mus. J.* 2:160-172.
- Bjorndal, K. A. (1985). Nutritional ecology of sea turtles. *Copeia* 1985: 736-751.
- Bjorndal, K. A. and A. Carr (1989). Variation in clutch size and egg size in the green turtle nesting population at Tortuguero, Costa Rica. *Herpetologica* 45(2): 181-189.
- Bolten A. B. (2000). Techniques for Measuring Sea Turtles en: K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois, M. Donnelly (Editors). IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4, 1999. 110- 114 p.
- Boulon, H. R.; H. P. Dutton y D. L. McDonald (1996). Leatherback Turtles (*Dermochelys coriacea*) on St. Croix, U.S. Virgin Islands: Fifteen years of conservation. *Chelonian Conservation and Biology*. 2(2):141-147.
- Buitrago, J. (1982). Estrategías Reproductivas en Tortugas Marinas. *Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*. 42 (118): 133-144, 1982.
- Chan, H., H. Liew y G. Mazlan. (1988). The Incidental Capture of Sea Turtle in Fishing Gear in Terengganu, Malaysia. *Biological Conservation* 43(1988) 1-7.
- Chaves, A., G. Serrano y G. Marin. (1996). Biology and Conservation of Leatherback Turtles *Dermochelys coriacea* at Playa Langosta, Costa Rica. *Chelonian Conservation and Biology*, 2(2): 184-189.
- Clover, C. (1986). *Industrias Pesqueras* 1986(59): 1415-1416.

- Dutton, P., D. H. McDonald y R. H. Boulon (1994). Use of PIT Tags and Photoidentification Estimates of leatherback Turtles (*Dermochelys coriacea*) Nesting in St. Croix, U.S. Virgin Islands, 1979-1995. *Chelonian Conservation and Biology*. 2(2): 148-152.
- Dutton, P. H., G. H. Balazs and A. E. Dizon. 1997. Genetic stock ID of turtles caught in the Pacific longline fishery. In Keinath, J. A., D. E. Barnard, J. A., Musick and B. A. Bell. 1996. Proceedings of the Fifteenth Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-387, 355 p.
- Eckert, K. y S. Eckert (1983). Tagging and nesting research of Leatherback sea Turtles (*Dermochelys coriacea*) on Sandy Point, St. Croix U.S. Virgin Islands. Final Report. U.S. Fish Wildlife Service. 21 p.
- Eckert, S., K. L. Eckert, P. Ponganis and G. Kooyman (1986). Diving and Foraging behavior of Leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*). *Can. J. Zool* 67:2834-2840.
- Eckert, K., S. Eckert, T. Adams y A. Tucker (1989). Inter-nesting Migrations by Leatherback Sea Turtles (*Dermochelys coriacea*) in the West Indies. *Herpetologica*, 45(2):190-194.
- Eckert S. y J. Frazier (s/a). Synopsis of the leatherback turtle (DRAFT). 113 p.
- Eckert, k. (1991). The biology and population Status of Marine Turtles in the North Pacific Ocean. Final Report. NOAA/NMFS. 119 p.
- Eckert, S. (1987). Environmental unpredictability and leatherback sea Turtle (*Dermochelys coriacea*) nest loss. *Herpetologica* 43(3): 315-323.
- Eckert, S. y L. Sari. 1997. Distant Fisheries implicated in the loss of the world's Largest Leatherback nesting population. *Marine Turtles Newsletter*. Núm. 78: 1-7.
- Eckert, S. (1999). Habitats and migratory pathways of the Pacific Leatherback sea turtle. Final Report to the National Marine Fisheries Service, Office of Protected Resources. San Diego, CA. 15p.
- Eckert, S. y L. Sarti (2000). Migración de la tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*) en el Pacífico Oriental. XII Congreso Nacional de Oceanografía. Huatulco, Oax. México. 76-77 p.
- Frazer, N. B. (1984). A model for assessing mean age-specific fecundity in sea turtle populations. *Herpetologica* 41:194-205.
- Frazer N. B. and L. M. Ehrhart, (1985). Preliminary growth models for green sea turtles in the wild. *Copeia* 1985: 73-79.

- Frazer, N. B. and J. I. Richardson. (1986). The relationship of clutch size and frequency to body size in loggerhead turtles, *Caretta caretta*. J. Herp. 20:81-84
- Fretey, J. (1980). Les Pontes de la tortue luth *Dermochelys coriacea* en Guyane Francaise. Rev. Ecol. (Terre vie) 34:649-654.
- García, D. (2000). Estudio de la filopatria y tamaño poblacional de hembras anidadoras de tortuga laúd, *Dermochelys coriacea*, así como parámetros relacionados con su biología reproductiva en el Playón de Mexiquillo, Michoacán. Tesis de Licenciatura. FES-ZARAGOZA, UNAM. México. 82 p.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Ed. García. México. 217 p.
- Gibbons, J. W. (1970). Reproductive dynamics of a turtle (*Pseudemys scripta*) population in a reservoir receiving heated effluent from a nuclear reactor. Can. J. Zool. 48:881-885.
- Gibbons, J. W. y D. W. Tinkle. (1969). Reproductive variation between turtle populations in a single geographic area. Ecology. 50:340-341.
- Guadamuz, N. (1990). Registro de anidamiento de *Dermochelys coriacea* (Tortuga baula) en Playa Grande de Matapalo, Santa Cruz Guanacaste. Investigación por tutoría, Universidad Nacional Heredia. 60 p.
- Gulko, D. A. y K. L. Eckert (2003). Sea Turtles: An Ecological Guide. Manual Publishing, Honolulu, HI. 128 p.
- Haga, J. (1970). Turtle farming. Int. Turtle Tortoise Soc. J. 4(2):6-9.
- Hall, K. (1987). The relationship between body size and reproductive characteristics in the Leatherback Sea turtle (*Dermochelys coriacea*). Proceedings of the eighth Annual Symposium on Sea turtle Biology and Conservation. 30-32 pp.
- Hall, K. (1987). Some aspects of the nesting ecology of the Leatherback *Dermochelys coriacea* al Culebra, Island Pto. Rico. Tesis de maestría. Department of Marine Sciences. 111 p.
- Hall, K. (1989). Intrasemasonal variation of *Dermochelys coriacea* reproductive characteristics at Culebra, Puerto Rico. Proceeding Symposium No. 9. 69-70 p.
- Harless, M. And H. Morlock (1989). Turtles Perspectives and research. New York. John Wiley and Sons. 695 p.
- Hirth, H. (1980). Some aspects of the nesting behavior and reproductive biology of the sea turtles. Department of biology, University of Utah. Amer. Zool. 20(3): 507-523.

- Hirth, F. y L. Ogren (1987). Some aspects of the ecology of the Leatherback Turtle *Dermochelys coriacea* at Laguna Jalova, Costa Rica. NOAA Technical Report. NMFS-56. 14 p.
- Hughes (1996). Nesting of the Leatherback Turtle (*Dermochelys coriacea*) in Tongaland, Kwazulu-Natal, South Africa 1963-1995. Chelonian Conservation and Biology. 2(2):153-158.
- Instituto de Geografía, (1970). Cartas climáticas y geológicas de los Estados de Michoacán y Oaxaca. México.
- Kappler, (1887) en Pritchard, P. (1971). The Leatherback or Leathery Turtle *Dermochelys coriacea*. IUCN Monograph No. 1: FFA: 321 Switzerlan. 39 p.
- Kleiber, P. 1998. Estimating annual takes and kills of sea turtles by the Hawaiian longline fishery, 1991-1997, from observer program and logbook data. Honolulu Laboratory. Southwest Fisheries Science Center. Hawaii, USA. 19 pp.
- Krebs, Ch. (1985). Ecología: Estudio de la distribución y abundancia. Harla, México. 274 pp.
- López, C. (1985). Diseño de una reserva para tortugas marinas en el playón de Mexiquillo, Michoacán. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. UNAM. 141 p.
- López, C., L. Sarti y N. García (1989). Evaluación de algunos aspectos poblacionales y de Conservación de Tortugas Marinas, en la zona Sur del Estado de Michoacán. Biología de Campo. Temporada de anidación 1988-1989. facultad de Ciencias, UNAM. 130 p.
- López, C., L. Sarti y N. García (1990). Situación actual de las Pesquerías de las Poblaciones de tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*) y de la tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*), en la zona sur del Estado de Michoacán. Informe Final de Campo. Temporada 1989-1990. UNAM. 89 p
- López, C., L. Sarti y N. García (1991). Tortugas marinas de la costa Sur del Estado de Michoacán. Informe Final de Biología de Campo 1990-1991. Facultad de Ciencias, UNAM. 101 p.
- López, C., L. Sarti y N. García. (1992). Estudio de las poblaciones de Tortugas marinas, *Lepidochelys olivacea* (Golfina) y *Dermochelys coriacea* (Laúd) con énfasis en aspectos conductuales y reproductivos en el playón de Mexiquillo, Michoacán. Informe final de biología de campo. Temporada de anidación 1991-1992. Facultad de Ciencias UNAM. 101 p.
- López, C., N. García, S. Karam y L. Sarti. (1994). Estrategias reproductivas de *Dermochelys coriacea* en el Playón de Mexiquillo, Michoacán. Informe final de Biología de Campo. Temporada de anidación 1993-1994. Facultad de Ciencias, UNAM. 52 p.

- Lutz, P. y A. Musick (1996). The biology of sea turtles. Ed. CRC Mar Sci. S.
- Márquez, R., O. Villanueva., S. Villaflores y J. Díaz (1981). A model for diagnosis of Populations of Olive Ridleys and Green Turtles of West Pacific Tropic Coasts. In Biology and Conservation of Sea Turtles, Bjornal, K. (ed) Smithsonian Institution, Press Wash. D. C. 153-158.
- Márquez, R. (1990). Sea Turtles of the World. FAO Species Catalogue. FAO Fisheries Synopsis 11(125):81 Rome.
- Morgan, J. P. (1989). Ocurrence of Leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) in the British isles in 1988 with reference to a record specimen. Proceedings of the ninth annual workshop on Sea Turtle Conservation and Biology. Georgia 1989. Compilers: Eckert S., K. L. Eckert y T. H. Richardson. Department of commerce USA. 119-120 p.
- Mortimer, J. (1981). Factors Influencing Beach selection by nesting Sea Turtles. In Biology and Conservation of Sea Turtles en Bjornal, K. (ed) Smithsonian Institution, Press Wash. D.C. 45-51 p.
- Mrosovsky, N. 1976. The Tag loss problem. Marine Turtle Newsletter. 1976(1):3-4.
- Pritchard, P. (1971). The Leatherback or Leathery Turtle *Dermochelys coriacea*. IUCN Monograph No. 1: FFA: 321 Switzerland, 39 p.
- Pritchard, P. (1982) Nesting of the Leatherback Turtle, *Dermochelys coriacea* in Pacific Mexico, with a new estimate of the world population status. Copeia, 1982(4) Diciembre: 741-747.
- Pritchard, P y P. Trebbau. (1984). The Turtles of Venezuela. Society for the study of Amphibians and reptiles, 253-267.
- Pritchard, P. (1986). En: Eckert y Frazier. s/a. Synopsis of the Leatherback Turtle (FWS-DRAF). 113 p.
- Saba S. V., R. Reina, J. Spotila, F. Paladino, J. A. Musick y D. Evans. (2005). Modeling of Effects of enviromental Stochasticity on the remigration intervals of the Leatherback Turtles (*Dermochelys coriacea*) al Playa Grande, Costa Rica. In 2005. Proceedings of the 25th Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC.
- Sarti, L., L. Cruz, A. Villaseñor, B. Jiménez, M. Robles y T. de J. Ruiz (1984). Informe de trabajo de investigación y conservación de la tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*) en Mexiquillo, Michoacán. 45 p. Probablemente la quite.
- Sarti, L., A. Gómez, B. Jiménez, M. Robles y T. Ruiz (1986). II Informe de trabajo. Investigación y Conservación de las tortugas Laúd (*Dermochelys coriacea*) y Golfina (*Lepidochelys olivacea*) en Mexiquillo, Michoacán. Temporada de

- anidación 1986-1987. Informe Técnico. SEDUE Subdelegación de Ecología, Michoacán. 47 p.
- Sarti, L., A. Gómez, B. Jiménez, M. Robles y T. Ruiz (1987). III Informe de trabajo. Investigación y Conservación de las tortugas Laúd (*Dermochelys coriacea*) y Golfina (*Lepidochelys olivacea*) en Mexiquillo, Michoacán. Temporada de anidación 1986-1987. Informe Técnico. SEDUE Subdelegación de Ecología, Michoacán. 46 p.
 - Sarti, L., B. Jiménez, J. Carranza, A. Villaseñor y M. Robles (1988 a). IV Informe final de trabajo. Investigación y conservación de las Tortugas Laúd (*Dermochelys coriacea*) y golfina (*Lepidochelys olivacea*) en Mexiquillo, Michoacán. Temporada de anidación 1987-1988. Informe Técnico. SEDUE Subdelegación de Ecología, Michoacán. 46p.
 - Sarti, L., B. Jiménez y C. López (1988 b). Programa de investigación y de conservación en el área protegida para Tortugas Marinas en la zona sur de Michoacán. Temporada de anidación 1987-1988. Facultad de Ciencias, UNAM. 87p.
 - Sarti, L., A. Villaseñor, J. Carranza y M. Robles (1989). Investigación y conservación de las tortugas Laúd (*Dermochelys coriacea*) y Golfina (*Lepidochelys olivacea*) en Mexiquillo, Michoacán. V Informe de Trabajo. SEDUE, Subdelegación de Ecología, Michoacán. Temporada 1988-1989. 40 pp.
 - Sarti, L., C. López, N. García, L. Gamez, C. Hernández, C. Ordóñez, R. Barragán y F. Vargas. (1993a). Protección e investigación de algunos aspectos biológicos y reproductivos de las tortugas marinas en la zona sur de la costa Michoacana. Temporada de anidación 1992-1993. Informe final de Servicio Social. Facultad de Ciencias, UNAM. 52 p.
 - Sarti, L., C. López, y N. García. (1993b). Importancia del Playón de Mexiquillo para la anidación de la tortuga laúd *Dermochelys coriacea*. Resúmenes del Encuentro Interuniversitario sobre Tortugas Marinas. Mazatlán, Sin.
 - Sarti, L., A. Barragán, G. Balbuena, R. Carmona, M. Herrera, C. Gómez, L. Cuellar, H. Pineda, F. Cruz, P. Vargas, S. Karam y T. Argueta. (1994a). Biología de Campo “Aspectos biológicos y reproductivos de las tortugas marinas que anidan en México. Laboratorio de Tortugas Marinas. Depto. de Biología, Facultad de Ciencias, UNAM.
 - Sarti, L., T. Argueta, R. Barragán. (1994b). Aspectos Biológicos y Reproductivos de las Tortugas Marinas que anidan en México. Biología de Campo, Facultad de Ciencias, UNAM. 122 pp.
 - Sarti, L. y A. R. Barragán. (1995). Variabilidad genética y estimación del tamaño de la población de Tortuga Laúd *Dermochelys coriacea* en el Pacífico Mexicano. Informe Final de Laboratorio de Tortugas Marinas. Facultad de ciencias, UNAM. 18 p.

- Sarti, L., C. López, N. García, P. Huerta y H. Pineda. (1995 a). Protección de la Tortuga Laúd *Dermochelys coriacea* en el Playón de Mexiquillo, Michoacán. Temporada 1994-1995. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Sarti, L., C. López, N. García, P. Huerta y H. Pineda. (1995 b). Ecología de la Tortuga Laúd *Dermochelys coriacea* en el Playón de Mexiquillo Michoacán, durante la temporada 1994-95. SEDESOL-SEPESCA. 31 p.
- Sarti, L., N. García, A. R. Barragán y Eckert, S (1996). Variabilidad genética y estimación del tamaño de la población anidadora de tortuga Laúd *Dermochelys coriacea* y su distribución en el Pacífico mexicano. Temporada de anidación 1995-1996. Informe Técnico final de proyecto. Facultad de Ciencias, UNAM. 33 p.
- Sarti, L., A. R. Barragán y N. García. (1997a). Estimación del tamaño población anidadora de tortuga laúd *Dermochelys coriacea* y su distribución en el pacífico mexicano durante la temporada de anidación 1996-1997. Informe de investigación. Lab. Tortugas marinas, Facultad de Ciencias, UNAM/INP-SEMARNAP. 39 p.
- Sarti, L., A. R. Barragán, N. García y Eckert, S. (1997b). Protection activities for the Leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*) in Playon of Mexiquillo, Michoacán, Mexico 1996-1997.
- Sarti, L., A. R. Barragán y S. Eckert. (1999). Estimación del tamaño del la población anidadora de Tortuga Laúd *Dermochelys coriacea* y su distribución en el Pacífico Mexicano, durante la temporada de anidación 1998-1999. Informe final de investigación, INP, SEMARNAP. 25 p.
- Sarti, L., A. Barragán, N. García. y S. Eckert. (2000). Declinación de la población de la tortuga laúd *Dermochelys coriacea* en el Pacífico Mexicano. Sociedad Herpetología. Resúmenes. Xalapa, Ver. 1998. 24 p.
- Sarti, L., A. Barragán, P. Huerta, F. Vargas, A. Tavera, E. Ocampo, A. Escudero, O. Pérez, M. A. Licea, M. Morisson, D. Vasconcelos, M. A. Angeles y P. Dutton. (2002). Distribución y estimación del tamaño de la población anidadora de la tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*) en el Pacífico Mexicano y Centroamericano. Temporada 2001-2002. Informe Final de Investigación. DGVS-SEMARNAT, NMFS, CI-México, US Geological Survey. 53 p.
- Sarti L. y A. Barragán (EDS). (2004). Conservación y Evaluación de la Población de la Tortuga Laúd *Dermochelys coriacea* en el Pacífico Mexicano. Temporada de Anidación 2003-2004. DGVS-SEMARNAT. KUTZARI Asociación para el Estudio y Conservación de las Tortugas Marinas, A. C. p 44 y 1.
- Sarti, L., A. Barragán R. y A. Juárez C. (comps.) (2004). Conservación y evaluación de la población de la tortuga laúd *Dermochelys coriacea* en el Pacífico mexicano, temporada de anidación 2003-2004, DGVS-SEMARNAT-Kutzari, Asociación para el estudio y conservación de las tortugas marinas A. C.

- Secretariat of the Pacific Community, (1997). In: Bjorndal, K., Balazs, G. and Donnelly, M. A Global strategy for the Conservation of Marine Turtles. Marine Turtle Specialist Group. Western Pacific Sea Turtle. Cooperative Research and Management Workshop.
- Sokal R. y J. Rohlf, 1979. BIOMETRÍA: Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Blume Ediciones. Madrid. 832 p.
- Spotila, J., A. E. Dunham, A. J. Leslie, A. C. Steyermark, P. T. Plotkin y F. V. Paladino (1996). Population Decline of the Leatherback Turtle, *Dermochelys coriacea*: Are Leatherbacks going Extinct? *Chelonian Conservation and Biology* 2(2) 209-222.
- Spotila, J.R., R.D. Reina, A.C. Steyermark, P.T. Plotkin, F.V. Paladino. (2000). Pacific Leatherback turtles face extinction. *Nature* Vol. 405: 509-530 pp.
- Steyermark, A., K. Williams, J. Spotila, V. Paladino, C. Rostal, J. Morreale, T. Koberg y R. Arauz (1996). Nesting Leatherback Turtles at Las Baulas National Park, Costa Rica. *Chelonian Conservation and Biology*. 2(2):173-183.
- Swingland, I. R. and M. J. Coe. (1979). The Natural regulation of giant tortoise populations on Aldabra Atoll: recruitment. *Phil.Trans. Royal Soc. B*. 286:177-188.
- Tucker D. A. (1989). So many turtles, so little time: Underestimating fecundity and overestimating population?. *Proceedings of the ninth annual workshop on Sea Turtle Conservation and Biology*. 7-11 February. NOAA technical memorandum NMFS-SEFC-232. 181-183 pp.
- Tucker, D. y B. Frazer (1991a). Reproductive variation in Leatherback sea Turtles (*Dermochelys coriacea*) based on Intra-seasonal Clutch Frequency. In: Ogren L.; F. Berry; K. Bjorndal, H. Kumpf, R. Mast; G. Medina; H. Reichart; and R. Witham (comp.) *Proceedings of the Second Western Atlantic Symposium*. NOAA Technical Memorandum. NMFS-SEFSC.:345-346 p.
- Tucker, D. y B. Frazer (1991b). Reproductive variation in Leatherback Turtles, (*Dermochelys coriacea*), At Culebra National Wildlife Refuge, Puerto Rico. *Herpetologica* 47(1): 115-124.
- Wallace, P. B., F. Paladino, S. Kilham y J. Spotila (2005). Climate and Fisheries deliver a one two Punch to Pacific Leatherback Turtles. *Proceedings of the 25th Annual Workshop on sea Turtle on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC. 274p.
- Wetherall, J. (1997). Mortality of sea turtles in the Hawaii longline Fishery: A preliminary assessment of population impacts. Honolulu Laboratory. Administrative Report. 52 p.

- Zug, G. y J. F. Parham (1996). Age and Growth in Leatherback Turtles, *Dermochelys coriacea* (Testudines: Dermochelyidae): A Skeletochronological analysis. *Chelonian Conservation and Biology* 2 (2): 244-249.

ANEXO 1.

	SS (Suma de cuadrados)	Grados de libertad	SM	F	P
Intercepción	14289175	1	14289175	299603.8	0.000000
Temporadas	9284	15	619	12.97	0.000000
Error	228738	4796	48		

Tabla de anova para el LCCs de *Dermochelys coriacea*.

	83-84	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90	90-91	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99
83-84		0.0000	0.0000	0.0000	0.0648	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0809	0.0095	0.0000	0.0000	0.4913	0.8187
84-85	0.0000		0.7300	0.9745	0.0003	0.6883	1.0000	0.4571	0.7889	0.9967	0.9922	0.9999	0.0004	0.0218	1.0000	1.0000
85-86	0.0000	0.7300		1.0000	0.5114	1.0000	0.9965	0.0028	0.0256	0.2458	0.8975	1.0000	0.0000	0.0037	0.9999	0.9999
86-87	0.0000	0.9745	1.0000		0.0439	1.0000	1.0000	0.0116	0.0861	0.5344	0.9487	1.0000	0.0000	0.0067	1.0000	1.0000
87-88	0.0648	0.0003	0.5114	0.0439		0.4960	0.0396	0.0000	0.0000	0.0003	0.5296	0.9259	0.0000	0.0003	0.9777	0.9934
88-89	0.0000	0.6883	1.0000	1.0000	0.4960		0.9953	0.0021	0.0213	0.2229	0.8951	1.0000	0.0000	0.0036	0.9999	0.9999
89-90	0.0000	1.0000	0.9965	1.0000	0.0396	0.9953		0.2927	0.5877	0.9630	0.9808	1.0000	0.0003	0.0144	1.0000	1.0000
90-91	0.0000	0.4571	0.0028	0.0116	0.0000	0.0021	0.2927		1.0000	1.0000	1.0000	0.4696	0.5640	0.1707	1.0000	1.0000
91-92	0.0000	0.7889	0.0256	0.0861	0.0000	0.0213	0.5877	1.0000		1.0000	1.0000	0.6613	0.5148	0.1517	1.0000	1.0000
92-93	0.0000	0.9967	0.2458	0.5344	0.0003	0.2229	0.9630	1.0000	1.0000		0.9998	0.9400	0.1763	0.0865	1.0000	1.0000
93-94	0.0809	0.9922	0.8975	0.9487	0.5296	0.8951	0.9808	1.0000	1.0000	0.9998		0.9545	1.0000	0.9619	1.0000	1.0000
94-95	0.0095	0.9999	1.0000	1.0000	0.9259	1.0000	1.0000	0.4696	0.6613	0.9400	0.9545		0.0037	0.0112	1.0000	1.0000
95-96	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.5640	0.5148	0.1763	1.0000	0.0037		0.7519	0.9984	1.0000
96-97	0.0000	0.0218	0.0037	0.0067	0.0003	0.0036	0.0144	0.1707	0.1517	0.0865	0.9619	0.0112	0.7519		0.4865	0.9232
97-98	0.4913	1.0000	0.9999	1.0000	0.9777	0.9999	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9984	0.4865		1.0000
98-99	0.8187	1.0000	0.9999	1.0000	0.9934	0.9999	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9232	1.0000	

Prueba de Tukey. LCCs promedio para *Dermochelys coriacea*. Existen diferencias significativas a una $p \leq 0.05$.

	SS (Suma de cuadrados)	Grados de libertad	SM	F	P
Intercepción	3466.783	1	3466.783	2991.069	0.00
Temporadas	212918	15	14.195	12.24	0.00
Error	1700.318	1467	1.159		

Tabla de anova de la Frecuencia de puesta observada (FPO) promedio para *Dermochelys coriacea*.

	83-84	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90	90-91	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99
83-84		0.0022	0.6048	1.0000	1.0000	0.9706	0.0209	0.0247	0.6710	0.0000	0.0013	0.3613	0.9758	0.9736	0.5621	0.9643
84-85	0.0022		0.0864	0.0000	0.0000	0.0001	0.9990	1.0000	0.2127	0.3520	0.5624	0.9989	0.0426	1.0000	1.0000	1.0000
85-86	0.6048	0.0864		0.1450	0.2041	0.9917	0.6510	0.7144	1.0000	0.0000	0.0449	0.9999	1.0000	1.0000	0.9989	1.0000
86-87	1.0000	0.0000	0.1450		1.0000	0.9388	0.0000	0.0000	0.3433	0.0000	0.0009	0.2090	0.9906	0.9955	0.6636	0.9914
87-88	1.0000	0.0000	0.2041	1.0000		0.9578	0.0000	0.0000	0.4019	0.0000	0.0009	0.2301	0.9916	0.9952	0.6642	0.9910
88-89	0.9706	0.0001	0.9917	0.9388	0.9578		0.0057	0.0189	0.9976	0.0000	0.0075	0.8820	1.0000	1.0000	0.9498	0.9998
89-90	0.0209	0.9990	0.6510	0.0000	0.0000	0.0057		1.0000	0.8181	0.0138	0.3021	1.0000	0.3373	1.0000	1.0000	1.0000
90-91	0.0247	1.0000	0.7144	0.0000	0.0000	0.0189	1.0000		0.8401	0.0713	0.3544	1.0000	0.3806	1.0000	1.0000	1.0000
91-92	0.6710	0.2127	1.0000	0.3433	0.4019	0.9976	0.8181	0.8401		0.0001	0.0524	0.9999	1.0000	1.0000	0.9991	1.0000
92-93	0.0000	0.3520	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0138	0.0713	0.0001		0.9876	0.2442	0.0000	0.9100	0.9996	0.9999
93-94	0.0013	0.5624	0.0449	0.0009	0.0009	0.0075	0.3021	0.3544	0.0524	0.9876		0.2927	0.0187	0.5556	0.8938	0.9445
94-95	0.3613	0.9989	0.9999	0.2090	0.2301	0.8820	1.0000	1.0000	0.9999	0.2442	0.2927		0.9834	1.0000	1.0000	1.0000
95-96	0.9758	0.0426	1.0000	0.9906	0.9916	1.0000	0.3373	0.3806	1.0000	0.0000	0.0187	0.9834		1.0000	0.9810	0.9999
96-97	0.9736	1.0000	1.0000	0.9955	0.9952	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9100	0.5556	1.0000	1.0000		1.0000	1.0000
97-98	0.5621	1.0000	0.9989	0.6636	0.6642	0.9498	1.0000	1.0000	0.9991	0.9996	0.8938	1.0000	0.9810	1.0000		1.0000
98-99	0.9643	1.0000	1.0000	0.9914	0.9910	0.9998	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9445	1.0000	0.9999	1.0000	1.0000	

Prueba de Tukey de la FOP promedio para *Dermochelys coriacea*. Existen diferencias significativas a una $p \leq 0.05$

	SS (Suma de cuadrados)	Grados de libertad	SM	F	P
Intercepción	2345,40	1	2345,40	882,7243	0.000000
Temporadas	85,800	13	6,600	2,48	0.0025
Error	1875,84	706	2,657		

Tabla de anova para la Frecuencia de puesta estimada (FPE).

83-84	83-84	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99
83-84		0,26064	0,99999	0,3733	0,7153	0,86498	0,18771	0,00580	0,40981	0,99577	0,91922	0,99944	0,99669	0,99999
84-85	0,26064		0,99041	1,00000	0,99735	0,92772	1,00000	0,61019	0,98827	0,94377	0,99875	0,99999	0,99999	0,99996
85-86	0,99999	0,99041		0,99357	0,99736	0,99859	0,98825	0,93440	0,88403	0,99958	0,99838	0,99944	0,99905	0,99992
86-87	0,37331	1,00000	0,99357		0,99995	0,9885	0,99999	0,27622	0,97570	0,98480	0,99994	1,00000	1,00000	0,99999
87-88	0,71535	0,99735	0,99736	0,99995		1,00000	0,98282	0,06878	0,93105	0,99992	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
88-89	0,86498	0,92772	0,99859	0,98851	1,00000		0,80049	0,01186	0,87916	1,0000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
89-90	0,18771	1,00000	0,98825	0,99999	0,98282	0,80049		0,69447	0,99186	0,88688	0,99448	0,99997	0,99998	0,99991
92-93	0,00580	0,61019	0,93440	0,27622	0,06878	0,01186	0,69447		0,99999	0,10298	0,28948	0,96314	0,94683	0,97829
93-94	0,40981	0,98827	0,88403	0,97570	0,93105	0,87916	0,99186	0,99999		0,81946	0,92148	0,96743	0,96745	0,96465
94-95	0,99577	0,9437	0,99958	0,98480	0,99992	1,00000	0,88688	0,10298	0,81946		1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
95-96	0,919222	0,998751	0,998384	0,999947	1,000000	1,000000	0,994489	0,289484	0,921482	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000
96-97	0,999445	0,999993	0,999445	1,000000	1,000000	1,000000	0,999976	0,963142	0,967431	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000
97-98	0,996696	0,999996	0,999050	1,000000	1,000000	1,000000	0,999982	0,946836	0,967455	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000
98-99	0,999999	0,999964	0,999923	0,999994	1,000000	1,000000	0,999917	0,978299	0,964658	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	

Prueba de Tukey de la Frecuencia de puesta estimada (FEP) promedio para *Dermochelys coriacea*. Existen diferencias significativas a una $p \leq 0.05$

	SS (Suma de cuadrados)	Grados de libertad	SM	F	P
Intercepción	6150765	1	6150765	2353.76	0.000000
Temporadas	19511	15	1301	4.98	0.000000
Error	1939657	7423	261		

Tabla de anova para el tamaño de la nidada.

	83-84	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90	90-91	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99
83-84		0.9919	1.0000	0.9927	1.0000	0.3148	1.0000	1.0000	1.0000	0.9300	0.8713	1.0000	0.9996	0.0100	0.9773	0.2109
84-85	0.9919		0.4565	1.0000	0.9998	0.7336	0.9310	0.5584	0.4610	1.0000	0.2973	1.0000	1.0000	0.0407	0.9999	0.4829
85-86	1.0000	0.4565		0.2571	0.9463	0.0001	1.0000	1.0000	1.0000	0.2206	0.8092	0.9997	0.9736	0.0030	0.9400	0.1318
86-87	0.9927	1.0000	0.2571		0.9998	0.3511	0.8857	0.3981	0.3302	1.0000	0.3024	1.0000	1.0000	0.0316	0.9998	0.4416
87-88	1.0000	0.9998	0.9463	0.9998		0.0590	0.9999	0.9672	0.9189	0.9746	0.4824	1.0000	1.0000	0.0151	0.9975	0.3106
88-89	0.3148	0.7336	0.0001	0.3511	0.0590		0.0074	0.0005	0.0006	0.9979	0.0514	0.9841	0.9542	0.2170	1.0000	0.8503
89-90	1.0000	0.9310	1.0000	0.8857	0.9999	0.0074		1.0000	1.0000	0.6878	0.6934	1.0000	0.9994	0.0066	0.9811	0.1999
90-91	1.0000	0.5584	1.0000	0.3981	0.9672	0.0005	1.0000		1.0000	0.2875	0.8257	0.9997	0.9769	0.0032	0.9393	0.1324
91-92	1.0000	0.4610	1.0000	0.3302	0.9189	0.0006	1.0000	1.0000		0.2258	0.8821	0.9986	0.9458	0.0024	0.9100	0.1112
92-93	0.9300	1.0000	0.2206	1.0000	0.9746	0.9979	0.6878	0.2875	0.2258		0.1931	1.0000	1.0000	0.0878	1.0000	0.6418
93-94	0.8713	0.2973	0.8092	0.3024	0.4824	0.0514	0.6934	0.8257	0.8821	0.1931		0.5921	0.4244	0.0007	0.3203	0.0173
94-95	1.0000	1.0000	0.9997	1.0000	1.0000	0.9841	1.0000	0.9997	0.9986	1.0000	0.5921		1.0000	0.0623	0.9998	0.5062
95-96	0.9996	1.0000	0.9736	1.0000	1.0000	0.9542	0.9994	0.9769	0.9458	1.0000	0.4244	1.0000		0.0510	0.9999	0.4981
96-97	0.0100	0.0407	0.0030	0.0316	0.0151	0.2170	0.0066	0.0032	0.0024	0.0878	0.0007	0.0623	0.0510		0.7654	1.0000
97-98	0.9773	0.9999	0.9400	0.9998	0.9975	1.0000	0.9811	0.9393	0.9100	1.0000	0.3203	0.9998	0.9999	0.7654		0.9880
98-99	0.2109	0.4829	0.1318	0.4416	0.3106	0.8503	0.1999	0.1324	0.1112	0.6418	0.0173	0.5062	0.4981	1.0000	0.9880	

Prueba de Tukey para el tamaño de la nidada para *Dermochelys coriacea*. Existen diferencias significativas a una $p \leq 0.05$.

	SS (Suma de cuadrados)	Grados de libertad	SM	F	P
Intercepción	21966888	1	21966888	11126.14	0.00
Temporadas	1013643	15	67576	35.92	0.00
Error	3851956	1951	1974		

Tabla de anova para la Fecundidad total observada.

	83-84	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90	90-91	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99
83-84		0.0000	0.0108	0.8279	0.9934	0.0130	0.0000	0.0000	0.0070	0.0000	0.0000	0.0016	0.2150	0.0000	0.0000	0.2638
84-85	0.0000		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1075	0.0780	0.0000	0.0010	0.1487	0.5683	0.0000	0.9947	1.0000	1.0000
85-86	0.0108	0.0000		0.0133	0.0004	1.0000	0.1215	0.5536	1.0000	0.0000	0.0000	0.9853	0.9999	0.0002	0.0011	0.9988
86-87	0.8279	0.0000	0.0133		0.9968	0.0087	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0081	0.8884	0.0000	0.0000	0.7486
87-88	0.9934	0.0000	0.0004	0.9968		0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.3775	0.0000	0.0000	0.5528
88-89	0.0130	0.0000	1.0000	0.0087	0.0002		0.0178	0.2447	1.0000	0.0000	0.0000	0.9469	1.0000	0.0001	0.0002	0.9974
89-90	0.0000	0.1075	0.1215	0.0000	0.0000	0.0178		1.0000	0.0004	0.0000	0.0001	1.0000	0.0421	0.1353	0.4790	1.0000
90-91	0.0000	0.0780	0.5536	0.0000	0.0000	0.2447	1.0000		0.0590	0.0000	0.0001	1.0000	0.2123	0.0875	0.3444	1.0000
91-92	0.0070	0.0000	1.0000	0.0001	0.0000	1.0000	0.0004	0.0590		0.0000	0.0000	0.9010	1.0000	0.0000	0.0001	0.9968
92-93	0.0000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		1.0000	0.0001	0.0000	0.9951	0.4624	0.9608
93-94	0.0000	0.1487	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	1.0000		0.0022	0.0000	0.9984	0.7677	0.9653
94-95	0.0016	0.5683	0.9853	0.0081	0.0007	0.9469	1.0000	1.0000	0.9010	0.0001	0.0022		0.7993	0.2467	0.6330	1.0000
95-96	0.2150	0.0000	0.9999	0.8884	0.3775	1.0000	0.0421	0.2123	1.0000	0.0000	0.0000	0.7993		0.0001	0.0003	0.9854
96-97	0.0000	0.9947	0.0002	0.0000	0.0000	0.0001	0.1353	0.0875	0.0000	0.9951	0.9984	0.2467	0.0001		1.0000	0.9999
97-98	0.0000	1.0000	0.0011	0.0000	0.0000	0.0002	0.4790	0.3444	0.0001	0.4624	0.7677	0.6330	0.0003	1.0000		1.0000
98-99	0.2638	1.0000	0.9988	0.7486	0.5528	0.9974	1.0000	1.0000	0.9968	0.9608	0.9653	1.0000	0.9854	0.9999	1.0000	

Prueba de Tukey de la Fecundidad total observada para *Dermochelys coriacea*. Existen diferencias significativas a una $p \leq 0.05$

	SS (Suma de cuadrados)	Grados de libertad	SM	F	P
Intercepción	11589616	1	11589616	713.8554	0.000000
Temporadas	782594	13	60200	3.70	0.000009
Error	12858313792				

Tabla de anova para la Fecundidad total estimada.

83-84	83-84	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99
84-85	0,035837		0,949195	0,977528	0,975346	0,994997	0,999984	0,052905	1,000000	0,999998	1,000000	0,999225	1,000000	1,000000
85-86	1,000000	0,949195		0,987652	0,989875	0,985454	0,908444	0,569211	0,975138	0,984043	0,956188	0,822992	0,972315	0,998641
86-87	0,268334	0,977528	0,987652		1,000000	1,000000	0,600053	0,000170	0,999998	1,000000	0,999615	0,970725	0,999999	1,000000
87-88	0,368400	0,975346	0,989875	1,000000		1,000000	0,640011	0,000389	0,999996	1,000000	0,999287	0,965108	0,999997	1,000000
88-89	0,245720	0,994997	0,985454	1,000000	1,000000		0,783576	0,000682	0,999999	1,000000	0,999916	0,979025	1,000000	1,000000
89-90	0,007157	0,999984	0,908444	0,600053	0,640011	0,783576		0,252962	1,000000	0,998873	1,000000	0,999961	1,000000	0,999998
92-93	0,000027	0,052905	0,569211	0,000170	0,000389	0,000682	0,252962		0,999981	0,202574	0,453530	1,000000	0,985609	0,984482
93-94	0,931734	1,000000	0,975138	0,999998	0,999996	0,999999	1,000000	0,999981		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
94-95	0,519135	0,999998	0,984043	1,000000	1,000000	1,000000	0,998873	0,202574	1,000000		1,000000	0,994483	1,000000	1,000000
95-96	0,169704	1,000000	0,956188	0,999615	0,999287	0,999916	1,000000	0,453530	1,000000	1,000000		0,999598	1,000000	1,000000
96-97	0,271996	0,999225	0,822992	0,970725	0,965108	0,979025	0,999961	1,000000	1,000000	0,994483	0,999598		0,999974	0,999571
97-98	0,760164	1,000000	0,972315	0,999999	0,999997	1,000000	1,000000	0,985609	1,000000	1,000000	1,000000	0,999974		1,000000
98-99	0,999045	1,000000	0,998641	1,000000	1,000000	1,000000	0,999998	0,984482	1,000000	1,000000	1,000000	0,999571	1,000000	

Prueba de Tukey de la Fecundidad total estimada para *Dermochelys coriacea*. Existen diferencias significativas a una $p \leq 0.05$