

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Caracterización del sustrato en nidos naturales y artificiales de tortuga  
carey, *Eretmochelys imbricata*, en Bahía de Jiquilisco,  
Departamento de Usulután, El Salvador**

PRESENTADO POR:

YESENIA LISSETH FLORES MEDRANO

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL 2018

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA

**Caracterización del sustrato en nidos naturales y artificiales de  
tortuga carey, *Eretmochelys imbricata*, en Bahía de Jiquilisco,  
Departamento de Usulután, El Salvador**

PRESENTADO POR:  
YESENIA LISSETH FLORES MEDRANO

PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIADA EN BIOLOGÍA

ASESORES DE LA INVESTIGACIÓN

  
LICDA. DORA ALICIA ARMERO DURAN

  
LIC. MICHAEL JOSEPH LILES.

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL 2018

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA

**Caracterización del sustrato en nidos naturales y artificiales de  
tortuga carey, *Eretmochelys imbricata*, en Bahía de Jiquilisco,  
Departamento de Usulután, El Salvador**

PRESENTADO POR:  
YESENIA LISSETH FLORES MEDRANO

PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADA EN  
BIOLOGÍA

TRIBUNAL EVALUADOR



M.Sc. ANA MARTHA  
ZETINO CALDERÓN.



LICDA. MILAGRO ELIZABETH  
SALINAS DELGADO.



LIC. MICHAEL JOSEPH LILES.



LICDA. DORA ALICIA  
ARMERO DURÁN.

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL 2018

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

RECTOR DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

**M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS**

VICERRECTOR ACADÉMICO

**DR. MANUEL DE JESÚS JOYA ÁBREGO**

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

**ING. NELSON BERNABÉ GRANADOS**

SECRETARIO GENERAL

**M.Sc. CRISTOBAL RIOS**

FISCAL GENERAL

**LIC. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARÍN**

DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y

MATEMÁTICA **LIC MAURICIO HERNAN LOVO CORDOVA**

VICEDECANO

**LIC. CARLOS ANTONIO QUINTANILLA APARICIO**

DIRECTORA DE LA ESCUELA DE BIOLOGÍA

**M.Sc. ANA MARTHA ZETINO CALDERÓN**

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL 2018

## DEDICATORIA

*“¿Por qué dices “si puedes”? Todo es posible para el que cree”. San Marcos 9:23.*

A Dios, mi refugio y fortaleza.

A mi familia, mi apoyo incondicional.

A mis asesores, quienes nunca me dejaron caer.

A mis amigos, por siempre motivarme a seguir.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por su infinita bondad y misericordia, por ponerme en el camino a las personas indicadas, por abrirme tantas puertas, porque sus planes y tiempos son perfectos.

Mi trabajo de graduación no hubiera sido posible sin el apoyo de tantas personas que de una u otra forma aportaron su granito de arena. Entre ellas:

Mi familia: Mis padres por su incondicional apoyo para cumplir esta meta, por sus consejos, regaños, porque esperaron pacientemente mi regreso de los viajes de campo; mi hermana (Delmy) mi mental trainer, mi compañera de desvelo, por escucharme, por sus palabras de aliento.

Mis asesores: Licda. Dora Alicia Durán, porque no solo me acompañó y me guió como profesional, porque me vio llorar, reír a veces de angustia, por regañarme, por todas sus revisiones y observaciones; al Dr. Mike Liles por ser no solo un excelente profesional sino una magnífica persona, por responder siempre con certeza mis preguntas, por explicarme pacientemente lo que no comprendía. A ambos millones de gracias.

Mi jurado evaluador: M.Sc. Martha Zetino y Licda. Milagro Salinas, por sus importantes observaciones para fortalecer y enriquecer esta investigación

ICAPO: Como organización me dio esta gran oportunidad además de proporcionarme el apoyo financiero y técnico para llevar a cabo esta investigación.

Equipo de ICAPO: Ani Henríquez por acompañarme en algunos viajes, por estar siempre pendiente de mí, por brindarme siempre una sonrisa y una palabra de motivación y dirección; a las ahora medicas veterinarias Melissa Valle y Sofía Chavarría por su compañía y por aprender de ellas; a Neftalí Sánchez (nuestro capitán) por su amistad, por llevarme a todos y cada uno de los lugares de toma de muestra, por compartir su vasto conocimiento sobre las tortugas, a los viveristas quienes nos guiaron a cada lugar de anidación y por cuidar con tanto esmero los nidos.

Agradecimientos especiales a: Dr. Reynaldo López Landaverde e Ing. Ángela Pabón catedráticos de la Facultad de Ciencias Agronómicas quienes con mucho

profesionalismo y calidez humana me recibieron y orientaron en la metodología de laboratorio utilizada en esta investigación.

Equipo de laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agronómicas: Lic. Norbis, Ing. Milton Flores, Ing. Carrillo, por brindarme un espacio en su laboratorio y ayudarme con los equipos a utilizar.

Mis amigos: Jeniffer Abrego, Milagro Vásquez, Iris de Duarte, Jorge Rivera, Jazmín Echeverría, por sus consejos, bromas, palabras de aliento y por formar parte de mi vida.

Y a todas aquellas personas que de alguna manera tuvieron parte en este proceso.

**¡A TODOS MUCHAS GRACIAS!**

## INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	12
I INTRODUCCION .....	14
II OBJETIVOS .....	15
III MARCO TEÓRICO.....	16
3.1. Antecedentes. ....	16
3.2. Generalidades sobre las tortugas marinas. ....	19
3.2.1 Descripción general de <i>Eretmochelys imbricata</i> (Linnaeus, 1766). ....	20
3.2.2 Descripción Biológica de <i>Eretmochelys imbricata</i> (Linnaeus, 1766). ....	24
3.2.3 Técnicas de manejo y conservación de tortugas marinas.....	27
IV. METODOLOGÍA.....	30
4.1. Ubicación del área de estudio .....	30
4.2. Descripción biofísica del área de estudio .....	31
4.3. Fase de campo. ....	32
4.3.1. Sitios de muestreo. ....	32
4.3.2. Toma de muestras. ....	33
4.3.3. Mediciones de cobertura vegetal y ubicación de los nidos. ....	33
4.4. Fase de laboratorio. ....	34
4.4.1 Análisis granulométrico por tamizado. ....	34
4.4.2. Contenido orgánico. ....	36
4.5. Análisis de los datos.....	37
4.5.1. Interpretación de las curvas granulométricas. ....	37
4.5.2. Análisis de contingencia (tablas de contingencia). ....	38
4.5.3. Prueba exacta de Fisher. ....	38
4.5.4 Anova. ....	39
4.5.6. Tukey Kramer-/Tukeys HSD. ....	40
4.5.7 T-Student. ....	41



4.5.8. Criterio de información de Akaike. ....	42
V. RESULTADOS.....	44
5.1 Características granulométricas. ....	44
5.2. Porcentajes de materia orgánica. ....	47
5.3. Porcentajes de cobertura vegetal. ....	51
5.4 Distancia del centro del nido a marea alta, vegetación de playa y borde del bosque. .....	52
5.5. Identificación de las características de los nidos en la selección de sitios de anidación de la tortuga carey. ....	53
VI.DISCUSIÓN.....	55
VII. CONCLUSIONES.....	59
VIII RECOMENDACIONES. ....	61
IX REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	62
XI. ANEXOS.....	73

## Índice de tablas

Tabla 1. Análisis de Varianza para la materia orgánica. ....	45
Tabla 2. Agrupaciones y promedios de materia orgánica de los sitios.....	46
Tabla 3. Promedios globales de distancia del nido a marea alta, vegetación de playa y borde del bosque de los 41 nidos naturales. ....	50

## Índice de cuadros.

Cuadro 1. Descripción de la especie <i>Eretmochelys imbricata</i> .....	17
Cuadro 2. Escala granulométrica de Wentworth.....	32
Cuadro 3. Comparación de los 5 modelos de predicción con mayor apoyo para la selección de sitios de anidación de hembras anidantes de tortugas Carey en la Bahía de Jiquilisco, El Salvador, 2014.....	51

## Índice de gráficos.

Grafico 1. Curvas granulométricas promedio de los nidos naturales en Bahía de Jiquilisco a) Punta San Juan, b) Isla Madresal, c) Las Isletas, d) El Bajón, e) La Chepona .....	42
Grafico 2. Curvas granulométricas: 1) Vivero Las Isletas, 2) Vivero Punta San Juan, 3) Vivero La Pirraya.....	43
Grafico 3. Porcentajes de materia orgánica en nidos naturales y artificiales.....	45
Grafico 4. Conexiones y porcentajes de materia orgánica en los 8 sitios. ....	47
Grafico 5. Porcentajes de materia orgánica en sitios naturales y viveros. ....	48
Grafico 6. Porcentajes de cobertura vegetal en nidos naturales y artificiales.....	49

## INDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Caracteres morfológicos para la identificación de <i>Eretmochelys imbricata</i> (fuente; Wyneken 2004). .....	19
Figura 2. Sitios de anidación de las tortugas en la playa, según la conducta de las diferentes especies. Cm: <i>Chelonia</i> , Cc: <i>Caretta</i> ; Ei: <i>Eretmochelys</i> ;, Lo: <i>Lepidochelys</i> , Dc: <i>Dermochelys</i> . Fuente: Chacón et al 2008.....	21
Figura 3. Ubicación geográfica de la Bahía de Jiquilisco. (Fuente. <a href="http://www.hawksbill.org">Http://www.hawksbill.org</a> ). .....	26
Figura 4. Sitios de muestreo dentro de la Bahía de Jiquilisco.....	29
Figura 5. Agujero a 30cm de profundidad y muestra sellada y etiquetada.....	30
Figura 6. Mediciones de distancia del nido a la marea alta, del nido a la vegetación de playa, del nido al borde del bosque y del nido al bosque.....	31
Figura 7 Torre de tamice.....	32
Figura 8. Granulometrías continua y discontinua.....	34

## RESUMEN

Los nidos de las tortugas marinas presentan ciertas características generales que favorecen la incubación y el desarrollo óptimo de los embriones, estas características podrían también ser determinantes en la selección del lugar de anidación de las tortugas marinas. En el caso particular de las tortugas carey (*Eretmochelys imbricata*), esto es de suma importancia al tratarse, de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) de una especie en estado crítico de extinción. En El Salvador se han realizado esfuerzos en la identificación de sitios de anidación así como la distribución de sus nidos.

En la presente investigación se caracterizó el sustrato de nidos naturales y artificiales de tortuga carey en la Bahía de Jiquilisco departamento de Usulután, durante los meses de julio a septiembre del 2014; para ello, se seleccionaron playas de alta anidación como: El Bajón, La Chepona, Las Isletas, Punta San Juan, Isla Madresal y sitios de incubación artificial. En cada nido encontrado y reubicado se tomaron datos de cobertura vegetal así como la medición de las distancias del nido a la marea alta, a donde comienza la vegetación de playa y a donde comienza el borde del bosque. Se recolectaron un total de 56 muestras de arena a las que se les realizó análisis granulométrico y de contenido orgánico; todo esto con el objetivo de determinar las características presentes en cada nido, y de ellas cuales podían ser de mayor importancia en el proceso de selección de anidación de las tortugas carey.

No se encontró diferencias significativas en los tamaños de granos de arena ( $p = 0.8183$ ) entre los sitios individuales, y tampoco entre viveros y playas ( $P > 0.9999$ ); para el caso de la materia orgánica, el mayor porcentaje promedio (4.25%) se registró en los nidos encontrados en la playa La Chepona; el porcentaje promedio más alto de cobertura vegetal (86.37%;) se registró en Isla Madresal. La distancia promedio desde el nido a la marea alta en las playas muestreadas fue de -6.97m, a la vegetación de playa -5.09m y al borde del bosque de -4.36m. Se identificaron dos variables como las de mayor influencia en la selección de sitios de

anidación, estas fueron el sitio (playa donde los huevos fueron depositados por la tortuga) y la distancia del nido al borde del bosque.

## I INTRODUCCION

En El Salvador anidan cuatro de las siete especies de tortugas marinas: Carey (*Eretmochelys imbricata*), Baule (*Dermochelys coriacea*), Prieta (*Chelonia mydas agassizii*) y Golfina (*Lepidochelys olivácea*); todas presentan una considerable reducción en el tamaño de sus poblaciones, por lo que han sido incluidas en los listados rojos nacionales como en peligro de extinción y para el caso de la carey y baule como en peligro crítico de extinción (FIAES 2009).

Las playas de anidación son de suma importancia para las tortugas marinas por los procesos que ahí se llevan a cabo (desove e incubación de crías); y en el país se encuentran importantes sitios para la anidación de las tortugas carey, entre ellos la Bahía de Jiquilisco lugar donde se da la mayor actividad reproductiva de esta especie (40% de todo el Pacífico Oriental)(Gaos et.al 2010, Liles et.al 2011, Gaos et.al 2017); por lo que es de gran importancia estudiar las características propias del medio en el que se incuban los huevos, es decir, sus nidos; características como contenido orgánico, y tamaño de grano de arena entre otros. A pesar de estudios que se han realizado sobre la importancia de factores como la temperatura y la humedad en los nidos de tortuga carey (Liles 2015), no se han realizado ninguno sobre la arena y la materia orgánica contenida en ella en el Pacífico Oriental.

El propósito de esta investigación es la descripción de las características del sustrato donde se incuban los huevos de tortuga carey; y cuáles de estas características podrían ser determinantes en el proceso de selección de anidación; dicha información ayudaría a apoyar las medidas de conservación y manejo de los recursos que componen las playas de anidación para minimizar mortalidades en nidos de esta especie.

## II OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL.

Caracterizar el sustrato en nidos naturales y artificiales de tortuga carey, *Eretmochelys imbricata* en Bahía de Jiquilisco, departamento de Usulután.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS.

Determinar las características granulométricas, porcentaje de materia orgánica y de cobertura vegetal del sustrato en nidos naturales y artificiales de tortuga carey.

Recopilar información de la ubicación de los nidos naturales, en relación a la distancia del centro del nido a marea alta, a la vegetación de playa y al borde del bosque

Identificar las características del sustrato que presentan mayor importancia en la selección de sitios de anidación de la tortuga carey.

### III MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Antecedentes.

Como esfuerzos en la conservación de la tortuga marina se han ideado varios mecanismos para reducir los efectos de las amenazas a los huevos de tortugas y aunque la alternativa de protección de huevos más recomendable debe ser in situ (sin manipulación o intervención humana), cuando existen amenazas como: erosión de la playa, inundaciones y depredación; la relocalización de los huevos se considera una opción viable (Chacón 2004). Según Dueñas (2010) los corrales de incubación artificial son una herramienta muy eficaz para proteger los huevos, mas no así una finalidad, su uso se justifica cuando por las condiciones de las playas (actividades recreativas, desarrollo costero, entre otras) no es recomendable dejar los nidos en el sitio de desove.

En El Salvador los esfuerzos de conservación de tortugas marinas comenzaron en los años 70's .80's, utilizando como herramienta corrales de incubación abiertos con un 100% de luz solar. De acuerdo con Dueñas et.al (2000) entre 1974-1978, con esta técnica se logró liberar 1,420 neonatos de la especie golfina; en las playas El tamarindo, isla San Sebastian, Isla Madresal, playa Hermosa, San Diego y Barra de Santiago.

En el periodo de 1979-1986 los esfuerzos se centraron en las playas El Icacal, Isla San Sebastian, Barra de Santiago y Garita Palmera logrando la liberación de 193,000 crías de las especies golfina y prieta (Dueñas et.al 2000).

Durante los años siguientes entre 1989 y 1996 se fue poco a poco involucrando a las comunidades en el manejo comunitario, implementando diferentes estrategias; siendo el modelo de donación voluntaria, la estrategia más eficiente para la obtención de huevos para los corrales de incubación, en los cuales se implementó el uso de media sombra y que es utilizada en la actualidad (Dueñas et.al 2000, Vásquez et.al 2010).



En 1997 se emite la veda parcial al aprovechamiento de huevos, y productos derivados de las tortugas marinas (artesanías de caparazón de carey, carne, huevos etc) en El Salvador (Dueñas et. al 2000).

En 1998 se aprueba la ley de Medio Ambiente que asigna el cumplimiento de la legislación ambiental al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) (Vásquez et. al 2010). En ese mismo año se creó la Comisión Nacional de Conservación de la Tortuga Marina encargada (entre otras acciones) principalmente de la elaboración de la Estrategia Nacional de Conservación y Manejo de las Tortugas Marinas en El Salvador, que orientaría las futuras acciones a desarrollar ante los problemas que enfrentan las tortugas marinas en nuestro país (Arauz 2000b).

En 1999, Hasbún y Vásquez publican sobre la ocurrencia de tortugas marinas en El Salvador; confirmando que la tortuga golfina es la especie que más anida en las costas, ocasionalmente la tortuga baule; sin documentarse la anidación de tortuga prieta y tortuga carey, pero registrando individuos muertos en la costa, captura incidental durante operaciones industriales camaroneras y durante operaciones de pesca artesanal en los estuarios y manglares, por lo que se confirmó su ocurrencia en el país. En los años 2004-2008, sin contar aún con registros de anidación de carey, se dieron informes de al menos 24 tortugas carey muertas en el manglar y estuarios de la Bahía de Jiquilisco y 8 tortugas más en el arrecife de los Cóbano (Liles et. al 2011).

Fue en el 2008 que se desarrolló el primer taller sobre la tortuga carey en el Pacífico Oriental con el fin de actualizar información y generar material sobre el estado actual del conocimiento de la distribución y abundancia relativa de la tortuga carey en la región (ICAPO, 2008).

Por muchos años, se creyó que la población de tortuga carey estaba a punto de extinguirse en la mayoría de los sitios del Pacífico Oriental; sin embargo, con información derivada del taller y el trabajo realizado por ICAPO con registros desde

2007 al 2009, dieron como resultado que El Salvador y Nicaragua albergan el mayor número de anidaciones de esta especie (Gaos et. al 2010).

Con la determinación de El Salvador como país prioritario para la conservación de la tortuga carey, se identificaron tres áreas principales de anidación: Área Marino Protegida Arrecife Los Cóbano, Reserva de la Biosfera Bahía de Jiquilisco y Punta Amapala, áreas en las cuales durante los años 2008-2010 se llevó a cabo la ejecución del Programa Carey y se documentó un total de 566 anidaciones en las tres áreas, siendo la Bahía de Jiquilisco la de mayor actividad reproductiva (Liles et. al 2010).

El programa contempla la utilización de corrales de incubación cerrados según las indicaciones propuestas en el manual sobre el manejo de corrales de incubación del MARN (2010). Durante el 2009 debido a los fondos disponibles no se dio seguimiento a las actividades en los Cóbano y en 2010 no se pudo cubrir el área de Punta Amapala (Liles et. al 2010).

En 2011, además de la utilización de viveros se estableció un área de protección de nidos in situ a lo largo de 1.5 Km de playa, en el área de Las Isletas dentro de la Bahía de Jiquilisco, en la cual se lleva un monitoreo constante al igual que en los viveros para vigilar nidos y cuidar neonatos emergidos obteniendo como resultado en ese año un éxito de eclosión de 25.7% en área in situ y un 22.2% en viveros; tomando en cuenta que se escogió un sitio sin sombra natural en uno de los viveros (Liles et. al 2011).

En 2012 se continuó con la protección de nidos in situ, los registros indican que los nidos protegidos in situ tuvieron una tasa de eclosión menor que en viveros, con un 40% y un 65% respectivamente (Liles et. al 2012).

En la actualidad se continua con los trabajos de conservación para todas las especies de tortugas marinas utilizando corrales de incubación dentro de los 300 km de playa de la costa salvadoreña (Samayoa et. al 2010.) y en el caso particular de tortuga carey se conoce que en al menos 5 playas (Los Cóbano, La Pirraya, Punta San Juan, Las Isletas, Punta Amapala) se cuenta con viveros dirigidos a

proteger esta especie (Vasquez et.al 2008, Carranza 2009, FIAES 2010, Liles et. al 2011).

Además de los esfuerzos que se realizan tanto a nivel internacional como en el país en materia de conservación de las tortugas marinas, existe un especial interés en indagar acerca del comportamiento de las tortugas hembras en la selección de sitios de anidación, (Kamel y Mrosovsky 2004, Abella 2010.)

Existen investigaciones enfocadas a determinar cuáles son las características dentro de las playas que las tortugas podrían tomar en cuenta al momento de seleccionar el lugar de anidación, considerando además la filopatría que las tortugas marinas presentan, características como: pendiente de playa, área disponible para la anidación, granulometría y contenido orgánico, tipo de flora, inclusive el grado de amenazas naturales y antropogénicas de las playas (Rubiano 2011, Ow Young 2013).

En los últimos años se han realizado en el país investigaciones dirigidas a determinar la distribución de nidos y la mortalidad de tortugas carey, (Liles et al. 2011) así como la selección de sitios de anidación en Bahía de Jiquilisco, (Liles et al. 2015) además de determinar la frecuencia de anidaciones y las preferencias en la selección de los sitios de anidación en playas como Los Cóbanos y Punta Amapala (Pacheco 2016), todo con el objetivo de profundizar y mejorar las acciones dirigidas a la conservación, recuperación y manejo de esta especie.

### 3.2. Generalidades sobre las tortugas marinas.

Las tortugas marinas representan un grupo singular y primitivo de la biodiversidad mundial; Sus primeros ancestros aparecieron hace más de cien millones de años (Meylan y Meylan 2000), estos poseían dientes y sus caparzones no eran completos, formándose a partir de la parte inferior (plastrón) creciendo extensiones óseas de las costillas para la formación de hueso por encima de las espinas dorsales que con el tiempo se unieron para formar el caparazón (Lyson et. al 2013).

A través de los años fueron también transformando sus extremidades en aletas con forma de remos y sus cuerpos se aplanaron volviéndose hidrodinámicos (Márquez 1996). En la actualidad existen cinco géneros con siete especies representados en dos familias Cheloniidae y Dermochelyidae, como únicos representantes que sobrevivieron de lo que fue una amplia y diversa radiación de tortugas. (Márquez 1996, Meylan y Meylan 2000).

### 3.2.1 Descripción general de *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766).

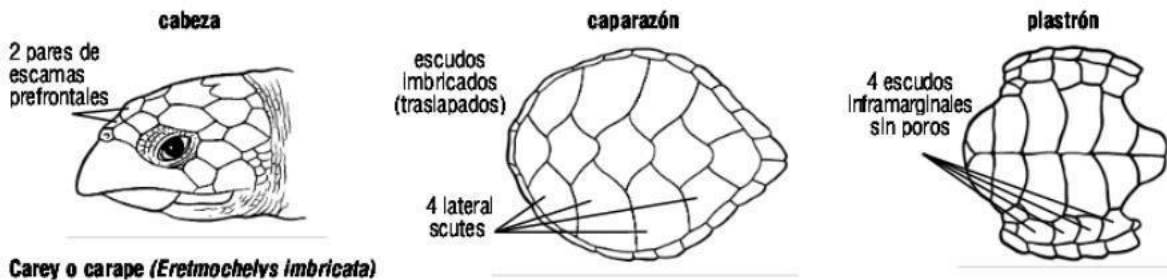
Cuadro 1. Descripción de la especie *Eretmochelys imbricata*

	Reino	Filum	Clase	Orden	Familia
	Animalia	Chordata	Reptilia	Testudines	Cheloniidae
Taxonomía (UICN)	Nombre científico:		<i>Eretmochelys imbricata</i>		
	Autoridad de la especie:		(Linnaeus, 1766)		
	Nombres comunes:		Inglés -Hawksbill Español - Tortuga de Carey		
Características para su identificación	La forma de su cabeza es alargada y estrecha posee dos pares de escamas pre frontales y tres o cuatro pos orbitales, su pico es angosto y no acerrado en sus bordes; su caparazón es ovalado presentan 5 escudos vertebrales, 4 pares de escudos laterales, un número variable de escudos marginales (>10 pares), estos escudos son imbricados con bordes acerrados. Ventralmente, el plastrón, está constituido por 4 pares de escudos infra marginales (Fig. 1) (Revuelta y Tomas 2010), Posee dos dedos con uñas en cada extremidad delantera (Wyneken 2004). Puede llegar a medir entre 65 y 90 cm y tener un peso de entre 45 y 70 kg (Chacón et al. 2008).				

Distribución.	Se encuentra en áreas tropicales y subtropicales de los océanos Atlántico, Pacífico e Índico entre los 30° N y los 30° S; principalmente en el Mar Caribe, el norte del Golfo de México, y a través de América Central hacia el sur hasta Brasil (Márquez 1996, Pritchard y Mortimer 2000, Chacon 2004, Mortimer y Donnelly, 2008). En el Pacífico Oriental ha sido observada en el Golfo de California y los estados del noroeste de México; También desde las costas centroamericanas hasta Colombia y
	Ecuador en América del Sur, encontrándose en lugares con formaciones de arrecifes; aguas someras con pastos marinos o colonias de algas, incluyendo lagunas costeras y bahías (Gaos et al. 2010 Revuelta y Tomás 2010).
Estado de conservación	La Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) la clasifica como una especie en Peligro Crítico de Extinción. Cites 2013 : Incluida en el apéndice I El Salvador, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN 2013) como en peligro de extinción

Población	<p>A lo largo del área de distribución mundial de la especie, las poblaciones de tortuga carey están disminuyendo (Mortimer y Donnelly 2008). En el océano Índico, en Madagascar, las poblaciones van en declive y el comercio de carey continúa (Mortimer y Donnelly, 2008). En Baja California (México, Pacífico oriental) las poblaciones han disminuido significativamente (Seminoff et al. 2003). Aunque todavía existen algunas poblaciones relativamente grandes, sobre todo en Australia, esto no es compatible con la reducción de la población mundial (Mortimer y Donnelly 2008). La situación de otras poblaciones es crítica, como Jamaica y Granada (Meylan, 1999), Nicaragua (Lagueux y Campbell 2005), México (Abreu-Grobois et al. 2005), y Costa Rica (Tröeng et al. 2005), debido a la explotación por el uso del caparazón para producción de artesanía, el consumo de huevos o la destrucción de hábitats de puesta y de alimentación. La población de tortuga carey del Pacífico Oriental se encuentra entre las 11 poblaciones de tortuga marina más amenazadas del mundo, junto a las poblaciones del Noreste del Océano Indico y del Océano Pacifico occidental (Wallace et al. 2011; Gaos et.al 2016).</p>
	<p>Las amenazas a las que está expuesta la tortuga carey se pueden agrupar en dos conjuntos: las que impactan directamente a la especie y las que afectan su hábitat. Estas amenazas se</p>

<p>Amenazas</p>	<p>ubican tanto en agua como en tierra, pueden ser temporales o permanentes, reversibles o irreversibles y tener un alcance local, nacional y hasta internacional (Chacón 2004, Harewood y Horrocks, 2008, Revuelta y Tomás 2010). Las amenazas que afectan directamente a la tortuga carey impactan sobre su capacidad de regeneración, sus índices de supervivencia, la estructura e incluso la función de la especie. Recolecta de huevos, pesca incidental depredación por animales domésticos, comercio de productos y enfermedades (Chacón 2004, Harewood y Horrocks, 2008, Revuelta y Tomás 2010). El segundo grupo de amenazas, aquellas que afectan el hábitat de las tortugas, corresponde a factores que alteran los ciclos de nutrientes, los flujos de energía, la red trófica y, por supuesto, la estructura y función del hábitat particular: Desarrollo costero, desechos sólidos y líquidos, derrames de petróleo, erosión, y afluencia y comportamiento de turistas. (Chacón 2004, Harewood y Horrocks, 2008, Revuelta y Tomás 2010). En el Pacífico Oriental, las tres principales amenazas que enfrentan la tortuga carey son la recolecta de huevos, la captura incidental en la pesca con explosivos y redes langosteras, y el desarrollo de las playas de anidación (Gaos et.al 2010, Liles et.al 2011, Liles et.al 2017).</p>
-----------------	---



Carey o carape (*Eretmochelys imbricata*)

Figura 1. Caracteres morfológicos para la identificación de *Eretmochelys imbricata* (fuente; Wyneken 2004).

### 3.2.2 Descripción Biológica de *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766).

#### A) Alimentación

Principalmente carnívora, en especial de esponjas, celenterados, tunicados, crustáceos, moluscos y algas. Debido a estos hábitos en la alimentación no es frecuente observarlas en aguas oceánicas, sino más bien en aguas de poca profundidad como bahías y zonas franqueadas por barreras coralinas o rocosas. En la dieta de juveniles se han observado restos de celenterados (*Valella*), algas (*Sargassum*), gasterópodos (*Littorina*, *Janthina*), cefalópodos, cangrejos y erizos. (Márquez 1996).

#### B) Reproducción

Llegar a la madurez sexual les puede tomar al menos 20 años; los individuos adultos emigran de zonas de alimentación a las de anidación; el cortejo y la cópula se realizan en aguas someras cerca de las playas de anidación. En general las hembras no se reproducen cada año, su intervalo de re migración usualmente es de 2 a 4 años; cada hembra deposita huevos entre 2 y 4 veces por temporada, que puede extenderse hasta 6 meses (de mayo a octubre). Tanto la anidación como la salida de los neonatos ocurren durante la noche. La incubación dura entre 50 y 60 días (Chacón 2004, CONAP 2010).

#### C) Preferencia de Anidación

La tortuga carey ha demostrado que posee una alta fidelidad al área donde eclosionó, regresando constantemente a la misma en cada temporada de apareamiento, (Kamel y Mrosovsky 2005, Liles et al. 2015) prefiriendo playas casi exclusivamente tropicales; comúnmente playas angostas en islas o litorales continentales de mediana o baja energía (sedimentos fino y medios), arbustiva en su porción terrestre con mediana o poca pendiente (entre 5° y 10°) (figura 2) (Márquez 1996, Pritchard y Mortimer 2000, Pacheco 2016).

Durante el periodo de anidación cada hembra abandona el mar, se arrastra hasta una playa arenosa localizada un lugar por encima del nivel de la marea alta. Una hembra puede hacer más de un intento de excavar un nido antes de desovar



con éxito en una cámara situada por lo menos a 10 cm por debajo de la superficie de la arena y hasta 45 cm de profundidad

Después de cubrir el nido, y tras haber pasado entre una y dos horas en tierra, la tortuga regresa al mar. Generalmente la misma hembra retorna a intervalos de aproximadamente 15 días, comúnmente a la misma franja de playa para anidar otra vez. Este proceso se repetirá hasta que acabe de anidar esa temporada, cuando habrá dejado por lo menos dos nidadas. No hay atención parental: la hembra deja los huevos en la playa incubándose solos (Chacón,2004).

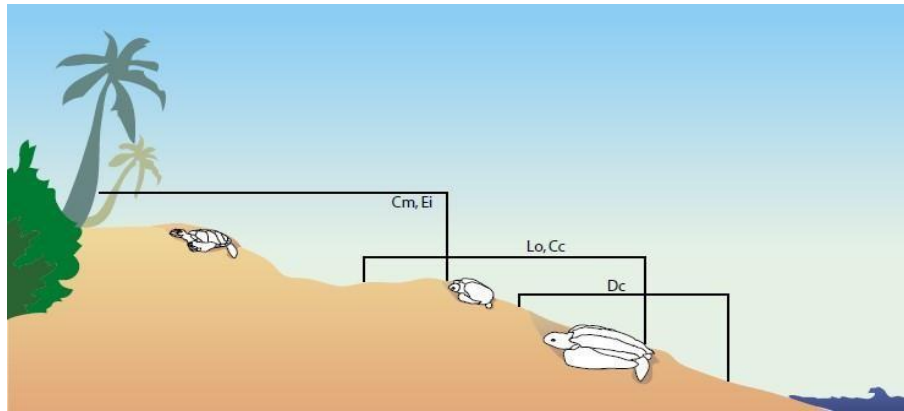


Figura 2. Sitios de anidación de las tortugas en la playa, según la conducta de las diferentes especies. Cm: *Chelonia*, Cc: *Caretta*; Ei: *Eretmochelys*; Lo: *Lepidochelys*, Dc: *Dermochelys*. Fuente: Chacón et al 2008

Las condiciones y características de las playas de anidación son de suma importancia, ya que el proceso de anidación representa una etapa crítica para el ciclo de vida de las tortugas (Rubiano 2011). Para autores como Mortimer (1982, 1990) y Karavas et.al (2005) existen características en la selección de los sitios de anidación que pueden intervenir en el desarrollo de los huevos mientras se están incubando y que posteriormente pueden influir en el éxito de eclosión

#### D) Características en la selección de los sitios de anidación.

El buen desarrollo de los huevos en el nido así como el éxito en la eclosión de estos, se ven condicionados a factores físico-químicos y biológicos que en conjunto resultan en una compleja y dinámica interconexión ecológica (Abella 2010).

#### i) Ubicación del nido

La selección del sitio donde se deposita el nido juega un papel importante para la sobrevivencia de los neonatos, si se depositan los nidos cerca de la línea de marea, aumenta el riesgo de mortalidad embrionaria debido a la superposición de las mareas, pero, disminuye la probabilidad de depredación para los neonatos y las hembras anidantes (Whitmore y Dutton, 1985, Spencer, 2002, Patiño Martínez, 2010). Alternativamente, una mayor distancia de la línea de marea alta y muy cercana o entre el área con vegetación puede disminuir el riesgo de inundación, pero aumenta la susceptibilidad de los huevos, las crías y las hembras a la depredación en la playa (Horrocks y Scott, 1991), esto es importante tomando en consideración las preferencias en la anidación de las tortugas Carey.

#### ii) Cobertura vegetal

La tortuga Carey prefiere anidar entre la vegetación (Horrocks y Scott 1991, Eckert et al. 2000 Kamel y Mrosovsky 2006, Ditmer y Stapleton 2012, Liles et.al 2015). De acuerdo a algunas investigaciones, esta especie tiende a anidar en entornos heterogéneos, con playas de anidación compuestas por una combinación de zonas abiertas y parches llenos de vegetación (Kamel y Mrosovsky 2006).

La zona de vegetación aunque puede obstaculizar el paso de las tortugas, permite una compactación adecuada de la arena por las raíces, propiciando un sustrato que facilita la construcción de los nidos (Horrocks y Scott, 1991; Chen y Cheng, 1995); mientras que en las zonas abiertas de la playa que carecen de vegetación, las cámaras de los nidos están más propensas a derrumbarse (Mortimer, 1982). Por otra parte algunos autores consideran que la vegetación sugiere un riesgo asociado a la penetración de raíces a la cámara de huevos, o que al emerger los neonatos pueden quedar atrapados entre las raíces (Wood y Bjorndal, 2000, Pacheco, 2016).

#### iii) Contenido de materia orgánica.

La materia orgánica se refiere a todo el material de origen animal o vegetal que este descompuesto, parcialmente descompuesto y sin descomposición

(Vargas 2009); la importancia de este factor está dada por su influencia directa e indirecta sobre las propiedades de suelo como color, estructura, plasticidad, capacidad de retención de humedad, susceptibilidad a la erosión entre otros (Dalzell et al. 1991).

En las playas la fuente de materia orgánica es el ecosistema terrestre, y el arrastre de los ríos; la materia orgánica se relaciona con la distribución de la vegetación (Campón, E. y Moreiras, D., 1985, Hernández et. al., 1998, Karavas et al. 2005). La materia orgánica si bien puede afectar positivamente al suelo, según algunas investigaciones muestran que hongos como *Fusarium solani* se alimentan de materia orgánica en descomposición, dichos hongos afectan el desarrollo de los huevos, pudiendo causar una muerte masiva dentro del nido (Sarmiento Ramírez et al 2010).

#### iv). Granulometría (Tamaño del grano de arena)

Las playas no son elementos estáticos de la costa sino que cambian su forma a lo largo del tiempo. Estos cambios de forma, conllevan un transporte de arena que origina, a su vez, variaciones en la distribución granulométrica del material que conforma la playa (Medina et al. 1995). Una vez enterrados los huevos en el sustrato, los gases ( $O_2$  y  $CO_2$ ) deben moverse entre los espacios intersticiales que existen entre los huevos y los granos de arena. El intercambio de gases entre los huevos y el ambiente de incubación será fundamental para el éxito del nido. El tamaño del grano del sustrato, por ejemplo de grano fino dejarán menores espacios intersticiales en el ambiente de incubación reteniendo un mayor contenido de agua que sustratos de grano grueso (permite una mayor y más rápida filtración del agua) (Abella 2010).

#### 3.2.3 Técnicas de manejo y conservación de tortugas marinas

La meta integral de todo plan de conservación de tortugas marinas es promover la supervivencia de las poblaciones, incluyendo la recuperación sostenida de las poblaciones diezmadas y la protección de hábitats críticos, así como integrar

estos objetivos con el bienestar y necesidades de las comunidades con las que se interactúa (Eckert 2000).

Usualmente los programas de conservación enfocan sus esfuerzos en la fase terrestre del ciclo de vida de las tortugas; protección de los nidos ya sea insitu o en viveros, censos de nidos y de las hembras en las playas de anidación constituyen una herramienta muy utilizada y sirve para conocer los efectos de las actividades de conservación y recuperación de estas especies (Chacón et al.2008).

#### A) Protección de nidos.

Una vez que las hembras han desovado, los huevos quedan sin cuidados maternos, expuestos a muchas amenazas; por esta razón los proyectos de manejo y conservación de tortugas aplican técnicas, como intensificar la vigilancia, utilizar protecciones sobre el nido o la playa y reubicar la nidada a un sitio más seguro de la playa o a un vivero (Chacón et al.2008)

##### i) Protección de nidos in situ.

Se refiere a los nidos que se incuban en el sitio donde la tortuga puso los huevos; de inicio puede decirse que es la mejor opción de protección ya que implica una menor o nula manipulación de los nidos, siempre y cuando el sitio se encuentre libre de luces artificiales, actividad antropogénica y cuente con un sistema de vigilancia para evitar el saqueo y la depredación, contando con la presencia de investigadores o personal de vigilancia (p. ej., representantes de la ley, activistas comunitarios, guardaparques o voluntarios) ( Boulon 2000, Kutzari 2006).

Para esto sobre la boca del nido debe colocarse una marca visible, además de los datos de fecha de puesta; además de una reja metálica de luz de malla de unos 10 cm, poniendo algo pesado en las esquinas; una vez nacidas toda las crías, sacar todo el contenido de los nidos para rescatar algunas crías rezagadas. Sumar el total de cascarones, el total de crías eclosionadas y el total de huevos no eclosionados para obtener el total de huevos que fueron incubados. (Eckert 2000, Kutzari 2006).

ii) Protección de nidos en viveros.

Un vivero (o corral de incubación) es un área delimitada de la playa para reubicar nidadas que son recolectadas en la misma y que están bajo un sistema de manejo tipo zoo criadero (Chacón et al. 2008). La decisión de reubicar la nidada a sitios protegidos como viveros o corrales deberá considerarse sólo como un último recurso y en casos en los que la protección *in situ* sea imposible.

Los viveros deben estar localizados tan cerca como sea posible de la playa de anidación para minimizar el trauma físico a los huevos durante el transporte, para reducir el intervalo de tiempo entre el momento en el cual son depositados y cuando son reubicados en el vivero, (Mortimer 1999).

Existen varios modelos de viveros (abiertos, semi- cerrados o cerrados) y estos responden a condiciones particulares que existen en la playa. Todos los viveros deben ser estructuras temporales, nunca construidos de ladrillo o muros de concreto, debido a que hay que cambiar la ubicación de los mismos cada temporada. La defensa o paredes del vivero deben permitir la circulación de aire y la caída libre de la lluvia (Chacón et al.2008).

## IV. METODOLOGÍA

### 4.1. Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en La Bahía de Jiquilisco ubicada en la región oriental de El Salvador, entre los 13° 15' y 13° 18' Latitud Norte y 88° 48' y 88° 15' Longitud Oeste, en un gradiente altitudinal que va de los 0 a 500 msnm, pertenece a las cuencas hidrográficas del Lempa, El Espino, El Potrero, Nanachepa, Aguacayo, El Cacao, El Quebrado, La Poza, Grande de San Miguel, El Convento, La Ringlera, Seca y Mungía.

Presenta una extensión de 124 Km<sup>2</sup>, con un área de cuenca de 795.76 Km<sup>2</sup> y un ancho de 2.5 kilómetros; esto varía dependiendo de las mareas; la longitud del canal principal es de 53 kilómetros desde la Bocana El Bajón hasta la zona de San Juan del Gozo, con amplitudes que van desde 1 hasta 3 kilómetros (Figura 3) (MARN 2004.)



Figura 3. Ubicación geográfica de la Bahía de Jiquilisco. (Fuente. [Http://www.hawksbill.org](http://www.hawksbill.org)).

#### 4.2. Descripción biofísica del área de estudio

Los datos climáticos se registran en tres estaciones meteorológicas situadas en el área: Puerto Parada, San Juan del Gozo, Puerto El Triunfo. La época máxima de lluvias se da en junio y septiembre, existiendo normalmente una canícula a finales de julio.

Las precipitaciones pueden oscilar entre 1,660 en puerto Parada y 2,019mm en Jiquilisco. Existe gran variabilidad de precipitaciones durante el año siendo crítica en mayo (comienzo de las lluvias), julio (canícula) y octubre (final de las lluvias) (MARN, 2004.).

La temperatura media anual es de 28.3°C con un máximo de 36°C y siempre con temperaturas medias mensuales superiores a los 20°C. La evapotranspiración media es de 1,944 mm anuales, humedad relativa en el área es de un 68% (MARN, 2004.).

La Bahía de Jiquilisco se encuentra formando parte del Gran Paisaje de la Planicie Costera, subunidad de Usulután y del Gran Paisaje de la Cadena Costera, subunidad Macizo de Jucuarán dentro de la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical Caliente (MARN 2004).

Las unidades pedológicas corresponden con suelos empantanados halomórficos, regosoles y aluviales los existentes en la llanura aluvial costera y latosoles arcillo rojizos y litosoles en la cordillera meridional costera. (MARN 2004).

Hay aproximadamente 42 km de hábitat de anidación de la tortuga Carey que incluyen cinco playas que cuentan con arena fina y vegetación litoral, cuatro de las cuales son insulares La mayoría de las playas de anidación son estrechas y tienen una inclinación mínima, con la excepción de Isla San Sebastián e Isla Madresal, respectivamente. Hay un nivel moderado de desarrollo en algunas playas de anidación, particularmente en el extremo occidental de Punta San Juan, el extremo oriental de Isla Madresal y el lado norte de Isla San Sebastián (Liles et.al.2011).

Las principales especies de flora son las formaciones de Manglar: Las especies que conforman el manglar de Jiquilisco son el mangle colorado (*Rhizophora mangle*), mangle rojo (*Rhizophora racemosa*), mangle (*Rhizophora harrizinii*),

madresal o mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle negro (*Avicennia bicolor*), botoncillo (*Conocarpus erectus*), e istaten (*Laguncularia racemosa*) (Jiménez y Sánchez-Mármol 2004).

#### 4.3. Fase de campo.

Esta fase se realizó durante la temporada de anidación, de julio a septiembre de 2014, donde se llevaron a cabo muestreos semanales en los sitios seleccionados (ver figura 4), que comprendieron tres días en campo, en los que se recolectaron 56 muestras de arena; 41 de nidos naturales y 15 de nidos artificiales; para el posterior análisis de laboratorio (análisis granulométrico y contenido de materia orgánica de nidos naturales y artificiales); además de la toma de muestra de arena se hicieron otras mediciones como: distancia del nido a la línea de marea alta (al momento de la ovoposición), del nido a la vegetación de playa y del nido al bosque, así como la medición de la cobertura vegetal de los nidos.

##### 4.3.1. Sitios de muestreo.

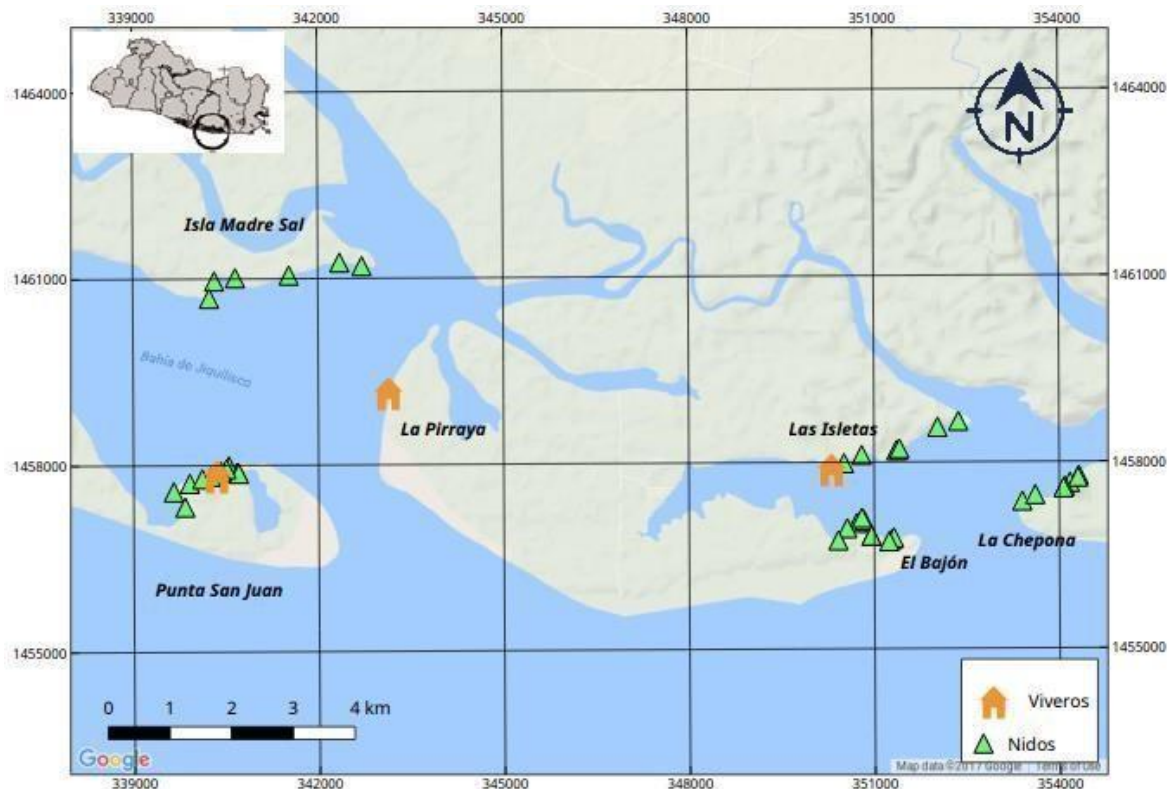


Figura 4. Sitios de muestreo dentro de la Bahía de Jiquilisco



#### 4.3.2. Toma de muestras.

Por cada nido natural y artificial se extrajo una muestra de arena de aproximadamente 100 gramos, para ello se excavo un agujero de unos 30 cm de profundidad, cada muestra fue depositada en bolsas plásticas con cierre hermético Ziploc, debidamente selladas y etiquetadas con el nombre del sitio de recolección, código de nido y fecha (ver figura 5).



Figura 5. Agujero a 30cm de profundidad y muestra sellada y etiquetada

#### 4.3.3. Mediciones de cobertura vegetal y ubicación de los nidos.

Para medir la cobertura vegetal dentro de los viveros como en los nidos naturales; se utilizó un densiometro forestal. Para obtener el porcentaje de cobertura vegetal primero se hace una sumatoria de las cuatro lecturas de los cuatro puntos cardinales de cada nido, este dato obtenido se divide entre cuatro y se multiplica por la constante 1.04 (constante del densiometro forestal) y luego el valor resultante se substraee de 100%, este valor final es el porcentaje de cobertura vegetal.

Para caracterizar mejor el sustrato en el que se desarrollan los huevos de carey; por cada uno de los nidos se registró utilizando una cinta métrica de 30 metros, la distancia del nido a la marea alta, distancia del nido a la vegetación de playa y la distancia del nido al bosque (ver figura 6); en los nidos naturales se anotó además la zona de playa en donde se encontraba el nido; esta zona puede ser: la playa abierta (área sin vegetación), vegetación de playa, borde del bosque y el bosque. Las distancias en dirección al mar se tomaron en valores negativos.

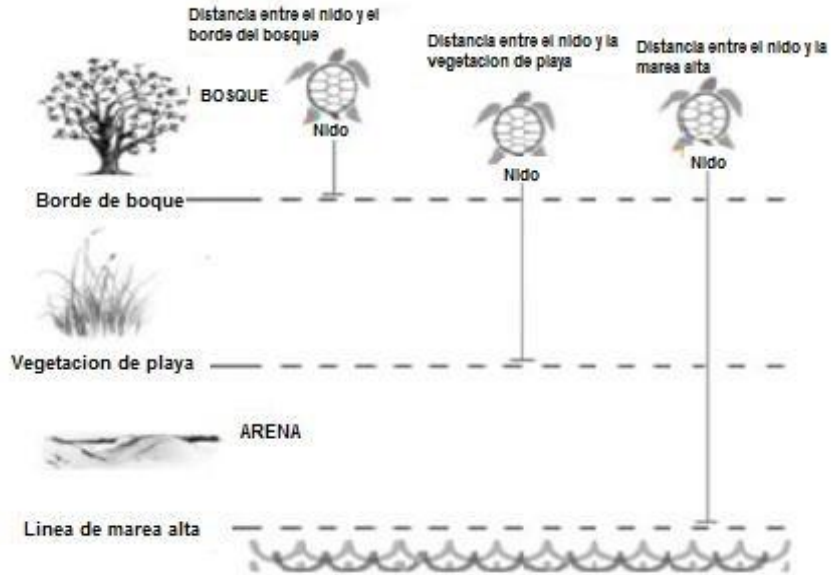


Figura 6. Mediciones de distancia del nido a la marea alta, del nido a la vegetación de playa, del nido al borde del bosque y del nido al bosque (Fuente: Pacheco 2016).

#### 4.4. Fase de laboratorio.

Esta fase comprende la forma en que fueron analizadas las muestras de arena obtenidas en la fase de campo.

##### 4.4.1 Análisis granulométrico por tamizado.

El análisis granulométrico por tamizado es un método que sirve para determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una muestra de suelo (en este caso arena), esto se logra usando una cantidad de muestra, la cual se hace pasar a través de una torre de tamices de diámetros determinados (de acuerdo al tipo de suelo), cada tamiz posee un diámetro ligeramente menor al tamiz anterior, esta cantidad retenida se relaciona con el total de la muestra pasada a través de los tamices (Bowles 1981).

Para el presente estudio las muestras de arena obtenidas se pesaron en una balanza semi-analítica, luego se colocaron en un horno durante 24 horas a una temperatura de 105°C; esto con el objetivo de secarlas para eliminar humedad y evitar que al momento de ser colocadas en la torre de tamices, la muestra se

pegara a las paredes y mallas de cada tamiz; posterior a las 24 horas, las muestras se llevaron a un desecador y luego fueron pesadas nuevamente. Se tomaron aproximadamente 80 gramos de arena sin humedad y se fraccionaron utilizando una torre de tamices de diferentes tamaños de luz de malla, de 2mm, 1mm, 0.5mm, 0.25mm, 0.125mm y 0.063mm (ver figura 7) que según la escala de Wentworht (1922) corresponden a la clasificación de arenas (ver cuadro 2) Se colocó la torre de tamices en un agitador de tamices, por un periodo de 5 minutos, para finalmente pesar el contenido retenido por cada tamiz.



Figura 7 Torre de tamices

Cuadro 2. Escala granulométrica de Wentworth

Tamaños de partículas (limites en mm)	Clasificación de arenas
2.00 – 1.00	Arena muy gruesa
1.00 – 0.50	Arena gruesa
0.50 – 0.25	Arena Media
0.25 -0.125	Arena fina
0.125 – 0.063	Arena muy fina

#### 4.4.2. Contenido orgánico.

Partiendo de la muestra de arena seca, se tomaron 20 gramos y se depositaron en crisoles de porcelana de pesos conocidos, cada muestra fue colocada en una mufla a una temperatura de entre 500 y 600 °C entre 6 y 8 horas para calcinar el contenido de materia orgánica; se elimina, quedando únicamente la materia inorgánica (arena), luego se pesa nuevamente la muestra para conocer cuál era el peso de la materia orgánica. Para estimar el porcentaje de contenido orgánico perdido de cada muestra se utilizó la siguiente formula:

$$\%MO = [(P1-P2)/(P2-C)]*100$$

Dónde:

P1= peso del suelo antes de la calcinación P2

= peso del suelo después de la calcinación

C = peso del crisol.

#### 4.5. Análisis de los datos

Una vez procesadas las muestras en el laboratorio, se ordenaron los datos en hojas de cálculo de Excel para la construcción de las gráficas de las curvas granulométricas, entre otras gráficas presentadas en este estudio; para el análisis estadístico se utilizó el programa JMP Pro 11.0.0 (SAS Institute, Cary, NC, EE.UU.).

##### 4.5.1. Interpretación de las curvas granulométricas.

Las curvas granulométricas son representaciones gráficas de los resultados obtenidos en laboratorio cuando se analiza la estructura de una muestra de suelo desde el punto de vista del tamaño de las partículas que lo forman. Al estudiar la regularidad de la curva se pueden diferenciar dos tipos de granulometrías: Continua y discontinua (Bañon y Brevía, 2000). Se dice que la curva posee granulometría continua cuando todos los tamices retienen parte de la muestra, es decir que existen granos de todos los tamaños, por lo que la curva adopta una disposición suave y continua; cuando la granulometría es discontinua, la curva presenta tramos planos que indican que varios tamices sucesivos no retienen muestra, evidenciando una escasa variación de los tamaños de granos (ver figura 8) (Cassinello 1996, Bañon y Brevía 2000).

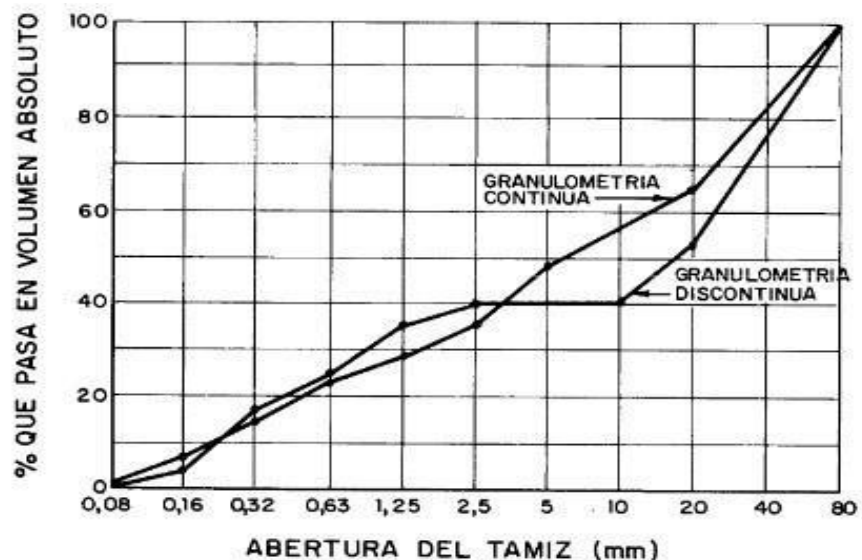


Figura 8. Granulometrías continua y discontinua

La construcción de las curvas granulométricas permitió determinar las características granulométricas del sustrato de los nidos en los sitios de muestreo.

#### 4.5.2. Análisis de contingencia (tablas de contingencia).

Al trabajar con variables categóricas, los datos se organizan en tablas de doble entrada en las que cada entrada representa un criterio de clasificación (una variable categórica). Como resultado, las frecuencias (el número o porcentaje de casos) aparecen organizadas en casillas que contienen información sobre la relación existente entre ambos criterios. A estas tablas de frecuencias se les llama tablas de contingencia (Merino & Ruiz, 2005). Una tabla de contingencia (o tabla de clasificación cruzada), con I filas y J columnas se denomina una tabla  $I \times J$ , que para el caso de la presente investigación fueron: los sitios de muestreo (I), y las categorías de tamaño de grano (J).

El grado de relación existente entre dos variables categóricas no puede ser establecido simplemente observando las frecuencias de una tabla de contingencia. Para determinar si las variables se encuentran relacionadas o si existen diferencias entre ellas debemos utilizar alguna medida de asociación, preferiblemente acompañada de su correspondiente prueba de significación (Merino & Ruiz, 2005); por lo que para determinar si existían diferencias entre las categorías de tamaño de grano y los sitios de muestreo se utilizó la prueba exacta de Fisher.

#### 4.5.3. Prueba exacta de Fisher.

La prueba de la probabilidad exacta de Fisher es un método no-paramétrico para el análisis de datos cualitativos cuando las muestras independientes son pequeñas. Esta prueba determina la probabilidad exacta de encontrar diferencias mayores o iguales que las existentes en los datos. La probabilidad  $p$  de obtener cualquier disposición de las  $n_{ij}$  viene dada por:

$$p = \frac{(a+b)!(c+d)!(a+c)!(b+d)!}{n!a!b!c!d!}$$

Consiste en calcular esta probabilidad en la tabla que contiene los datos observados. La probabilidad se interpreta directamente. Si es menor que 0.05 se

concluye que existe diferencia significativa entre las proporciones entre ambos grupos (Márquez, s.f.).

#### 4.5.4 Anova.

Se realizó el análisis de varianza para encontrar diferencias entre los porcentajes de materia orgánica de cada sitio. El análisis se realizó con el programa JMP 11.0.0.

Teniendo lo siguiente:

$$\begin{aligned}
 SCE &= \sum_{j=1}^r n_j (\bar{x}_j - \bar{x}_.)^2 \\
 SCD &= \sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 = \sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^{n_j} x_{ij}^2 - \sum_{j=1}^r n_j \bar{x}_j^2 \\
 SCT &= \sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{x}_.)^2
 \end{aligned}$$

Donde:

SCE: la suma de cuadrados entre grupos. SCD:

la suma de cuadrados dentro de grupo

SCT: suma de cuadrados total. r: número

de grupos.

N<sub>j</sub>: número de observaciones en cada grupo, J=1 .j:

$\bar{x}_j$ : media de cada grupo.

$\bar{x}_.$ ; media global.

$$CME = \frac{SCE}{GLE} \quad \text{y} \quad CMD = \frac{SCD}{GLD}$$

Lo que se define como:

CME: cuadrado medio entre grupos.

CMD: cuadrado medio dentro de grupos.

GLE:  $r - 1$

GLD:  $n - r$  GLT:

$n - 1$

Donde:

GLE: grados de libertad entre grupos.

GLD: grados de libertad dentro de los grupos.

GLT: total grados de libertad.

$$F = \frac{CME}{CMD}$$

Donde:

F: Estadístico de contraste.

**Significación:** si es menor que 0.05 es que las variables están relacionadas y por lo tanto hay diferencias significativas entre los grupos.

#### 4.5.6. Tukey Kramer-/Tukeys HSD.

Cuando en ANOVA se obtienen diferencias estadísticamente significativas entre más de dos promedios o grupos, es necesario realizar un análisis de seguimiento, también llamado post hoc o de comparaciones múltiples, la prueba se utiliza para determinar en donde se encuentran las diferencias significativas (Moncada 1970).

La información que se necesita, se obtiene de la tabla resumen de anova y los promedios de cada nivel de la variable independiente (Moncada 1970).

Su fórmula es:



$$HSD = \alpha .05 \sqrt{MS_{\text{dentro de los grupos}} / n}$$

Para realizar la prueba de Tukey HSD se debe determinar el nivel alfa, que típicamente es de 0.05, para lo cual se deben usar los grados de libertad asociados a “entre los grupos” y a “dentro de los grupos”, con ellos se procede a buscar el valor asociado en la tabla de Tukey (ver tabla 1 anexo), y a determinado alfa.

#### 4.5.7 T-Student.

Se utilizó la prueba T- Student para conocer si existe diferencias entre los porcentajes de materia orgánica entre sitios naturales y viveros con un nivel de significancia del 0.05 (p de 0.05)

Su fórmula es la siguiente:

$$t = (M_1 - M_2) / \sqrt{(S_1^2/m + S_2^2/n)}$$

Donde:

M1, M2: Medias respectivas del sitio 1 y sitio 2 m, n: número de sujetos del sitio 1 y del sitio 2 respectivamente

S1: varianza del grupo 1 =  $\Sigma(x_1 - M_1)^2/n$ .

S2: varianza del grupo 2 =  $\Sigma(x_2 - M_2)^2/n$ .

Grados de libertad (V).

$$V = (m-1) \times (n-1)$$

Si  $p < t$  tabulado, entonces los sitios presentan diferencias significativas.

Si  $p > t$  tabulado, quiere decir que no habrá cambios significativos.

#### 4.5.8. Criterio de información de Akaike para muestras pequeñas ( $AIC_c$ ) .

Para encontrar las características que en conjunto mayor representatividad pudieron tener en la selección de sitios de anidación; se formularon modelos de regresión logística nominal, los cuales se utilizan para estimar o predecir el resultado de una variable dependiente en función de las variables independientes o predictoras; además de calcular las relaciones entre las variables; estos modelos se construyen combinando dos o más variables, por lo que se utilizaron estos modelos para estimar la probabilidad de que un evento de anidación ocurra en función de las diferentes variables.

Para el presente estudio las variables para formular los modelos fueron:

- a) Distancia entre el nido y la línea de marea alta (MA).
- b) Distancia entre el nido y la vegetación de playa (VP).
- c) Distancia entre el nido y el borde del bosque (BB).
- d) Porcentaje de cobertura vegetal (CV).
- e) Materia orgánica (MO).
- f) Tamaño de grano de arena (TG).
- g) Sitio (El Bajón, Isla Madresal, La Chepona, Las Isletas, Punta San Juan, Vivero LI, Vivero La Pirraya, Vivero PSJ), esta última se utilizó para determinar si existen similitudes o diferencias entre los lugares que las tortugas seleccionaron como sitio de anidación.

Los modelos generados a partir del análisis de regresión logística representaron las diferentes combinaciones entre las variables. De este grupo de modelos candidatos, se tomaron todos aquellos cuyo valor del peso de akaike ( $w_i$ ) (Criterio de información Akaike) sumaron el 95%.

Para comparar y evaluar los modelos obtenidos del análisis de regresión, se utilizó el criterio de información de Akaike para muestras pequeñas ( $AIC_c$ ) (Burnham y Anderson 1998; Burnham et. al. 2011). Este método permite determinar

con qué eficiencia los modelos se ajustan a una base de datos y selecciona el mejor modelo basado en el principio de simplicidad, es decir que ante dos modelos que se ajustan igual a los datos, se elige el más simple (menor número de parámetros, menor número de supuestos); el modelo con el menor  $AIC_c$  es el modelo que mejor aproxima la realidad.

Al calcular el valor de  $AIC_c$  se establece un equilibrio entre la complejidad del modelo y la bondad de ajuste del modelo; es decir, penaliza a un modelo en proporción al número de parámetros, esto implica que el modelo seleccionado se caracterizará por asegurar que tiene la complejidad y la bondad de ajuste óptimas (Anderson y Burnham 2002), de forma que se seleccionó el modelo que mejor predecía el comportamiento de las tortugas carey en la selección de sitios de anidación.

El desempeño de los modelos se evaluó calculando el área bajo la curva (area-under-the-curve: AUC) de las características operativas del receptor (receiver operating characteristics: ROC) clasificando los valores obtenidos de la siguiente manera: de 0.5–0.7 pobre, 0.7–0.8 aceptable, 0.8–0.9 excelente y >0.9 sobresaliente. (Fielding & Bell 1997, Hosmer & Lemeshow 2013).

Formula de  $AIC_c$ :

$$AIC_c = AIC + \frac{2k(k+1)}{N-k-1} = \frac{2 \times N \times k}{N-k-1} - 2 \times \ln(L)$$

Donde:

K: Número de variables predictoras en el modelo de regresión

N: Número de observaciones

L: máximo valor de la función de probabilidad para el modelo estimado.

## V. RESULTADOS

### 5.1 Características granulométricas.

Durante el trabajo de laboratorio se observó que tanto en las muestras de los nidos naturales como de los artificiales, los tamices de 2mm y 1 mm, únicamente retenían materia orgánica, y, a partir del tamiz de 0.5 mm se pudieron observar granos de arena.

Las curvas granulométricas promedio de los nidos naturales (grafico 1) muestran una tendencia granulométrica discontinua, ya que no presentan variaciones muy marcadas en el tamaño de los granos encontrados; reteniéndose el mayor porcentaje (de 65% a 85 %) en el tamiz de 0.125mm, seguido por el tamiz de 0.063mm (10% a 28%) y por último el tamiz de 0.25mm (4% hasta un máximo de 25%)

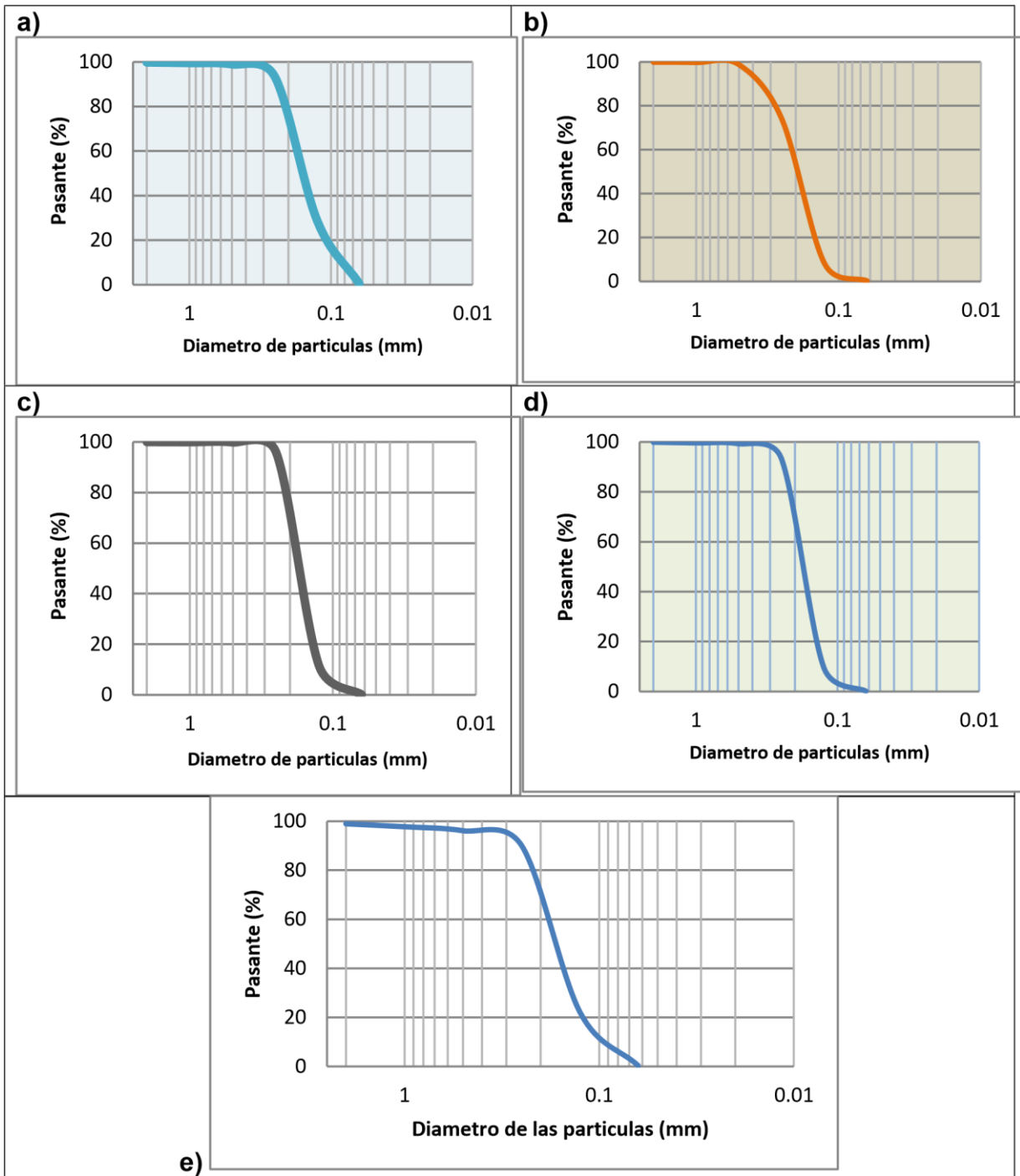


Grafico 1. Curvas granulométricas promedio de los nidos naturales en Bahía de Jiquilisco a) Punta San Juan, b) Isla Madresal, c) Las Isletas, d) El Bajón, e) La Chepona. Usulután, 2014

Se aprecian las curvas granulométricas promedio de las muestras de los 15 nidos artificiales en los tres viveros (grafico 2), en las que se encuentran los porcentajes en peso pasantes por los diferentes diámetros de tamices y que presentan una tendencia similar entre sí. El mayor porcentaje de partículas de arena (entre un 75% y 79%) se retuvo en el tamiz de 0.125mm seguido de la fracción de 0.063mm (10% a 18%) y el tamiz de 0.25mm (2% a 7%).

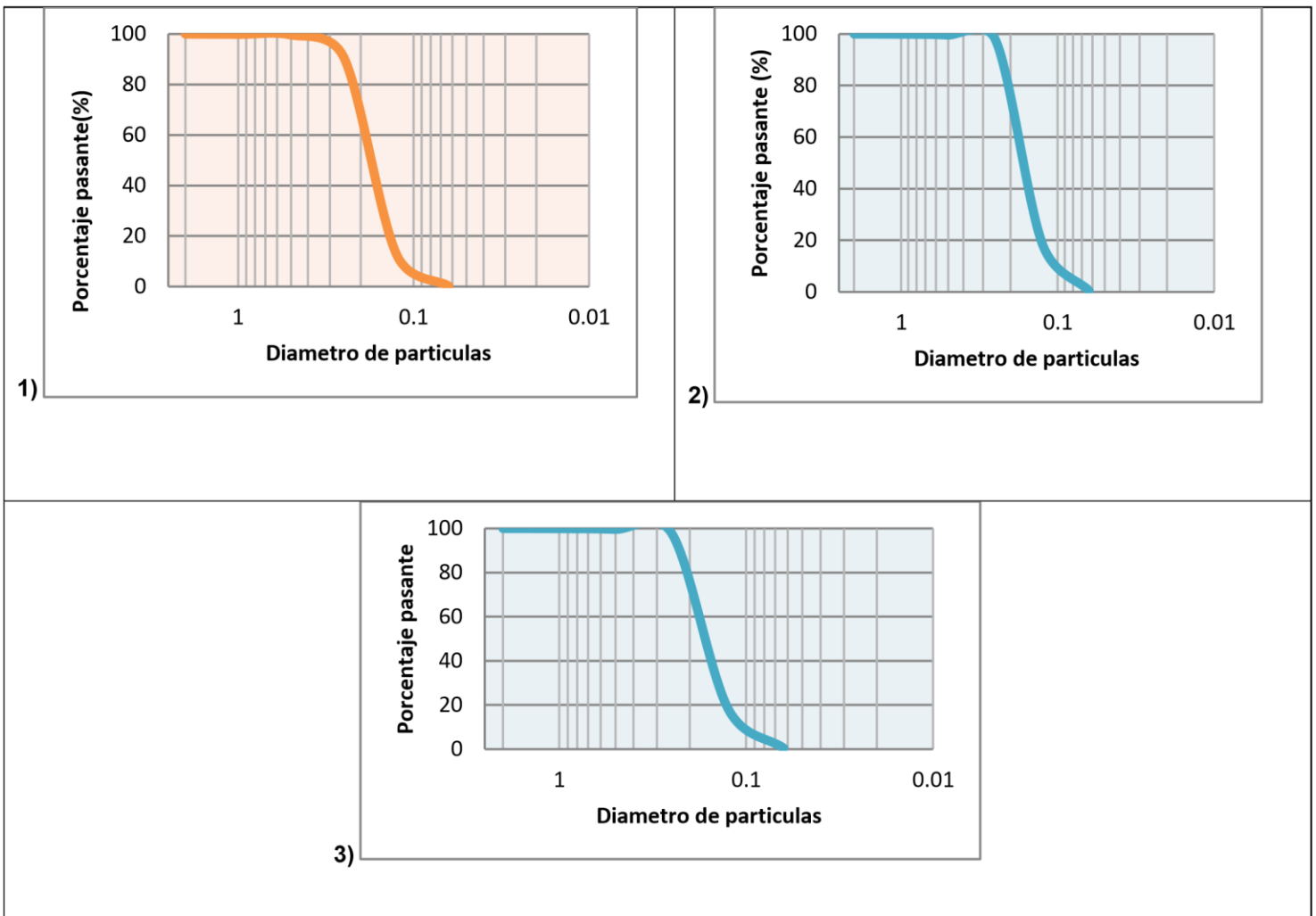


Grafico 2. Curvas granulométricas: 1) Vivero Las Isletas, 2) Vivero Punta San Juan, 3) Vivero La Pirraya. Usulután, 2014.

En el análisis de laboratorio de las muestras tomadas en los 8 sitios de muestreo (El Bajón, Isla Madresal, La Chepona, Las Isletas, Punta San Juan, Vivero Las Isletas, Vivero La Pirraya, Vivero Punta San Juan) con respecto a las características granulométricas, las tres categorías de tamaños de grano que muestran estos sitios fueron de 0.25, 0.125, y 0.063 mm.

Al aplicar el análisis de contingencia (tabla 8 x 3) y la prueba de significancia Fisher's Exact Test, para conocer si existen o no diferencias entre estos sitios, nos indican que no existen diferencias significativas ( $p = 0.8183$ ) en el tamaño de grano entre los sitios individuales.

Al realizar el mismo análisis estadístico entre viveros y playas (tabla 2 x 3), no hay diferencias significativas ( $P > 0.9999$ ) en el tamaño de grano, identificándose siempre las categorías de tamaños de grano de 0.25, 0.125, y 0.063 mm.

## 5.2. Porcentajes de materia orgánica.

De las muestras de sustrato de los 56 nidos se descartaron 4 muestras, debido a que presentaron porcentajes muy irregulares de materia orgánica.

En los nidos naturales el mayor contenido de materia orgánica se registró en la playa conocida como La Chepona con un promedio de 4.25%; el menor valor registrado para las de anidación se encontró la playa de las Isletas con un 1.80%.

En los viveros se encontró menor contenido de materia orgánica, donde el más bajo porcentaje se registró en el vivero de Punta San Juan con un 1.07% y el mayor en el vivero de Las Isletas con 1.82%, cuyo porcentaje es semejante al encontrado en los nidos de la playa con el mismo nombre.

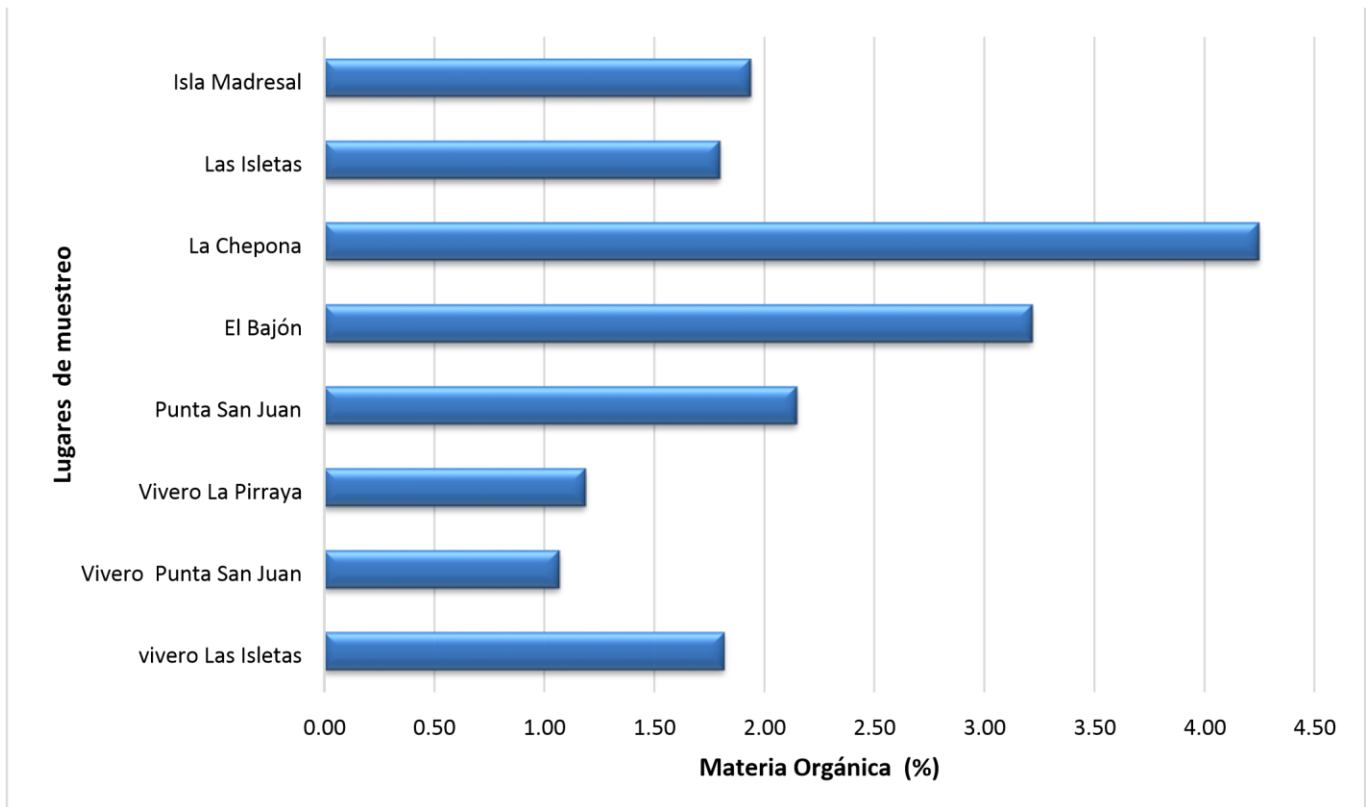


Grafico 3. Porcentajes promedio de materia orgánica en nidos naturales y artificiales

Al aplicar el análisis de varianza para la materia orgánica, se obtuvo un valor de significación menor a 0.05 ( $p < 0.0001$ ) lo que indica que existen diferencias significativas entre porcentajes de materia orgánica de los sitios de muestreo (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis de Varianza para la materia orgánica.

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	F	P (Sig.)
Entre grupos	7	44.9677	6.4240	9.8848	<0.0001
Dentro grupos	44	28.5949	0.6499		
Total	51	73.5626			



Teniendo conocimiento de que existen diferencias significativas entre los porcentajes de materia orgánica, se aplicó el método de Tukey-Kramer para identificar donde se encuentran esas diferencias. En la tabla 2 se presentan las agrupaciones de los 8 sitios de muestreo, en donde dichas agrupaciones se denotan por letras (A,B,C), de este modo nos indica que los sitios no relacionados por la misma letra son significativamente diferentes, como se puede observar el sitio llamado La Chepona (letra A) únicamente comparte relación con El Bajón (letras AB) pero es significativamente diferente a los sitios que comparten las letras BC y C, que son los sitios con los menores porcentajes de materia orgánica.

Tabla 2. Agrupaciones y promedios de materia orgánica de los sitios

Sitios	Agrupaciones *	Promedio
La Chepona	A	4.254
El Bajón	A B	3.221
Punta San Juan	B C	2.149
Isla Madresal	B C	1.940
Vivero Las Isletas	C	1.822
Las Isletas	C	1.802
Vivero La Pirraya	C	1.190
Vivero Punta San Juan	C	1.070

\*Sitios no agrupados por la misma letra son significativamente diferentes.

Las diferencias en porcentajes de materia orgánica se visualizan mejor en el grafico 4, en él se aprecian los porcentajes de materia orgánica de las muestras de cada sitio (puntos negros en el gráfico), la línea horizontal en el cuadro indica la media global del porcentaje de materia orgánica (2.26%), los sitios arriba de ese promedio son La Chepona 4.25% y El Bajón 3.22%, abajo del promedio están Vivero La Pirraya 1.19% y Vivero Punta San Juan 1.07. La línea media de cada rombo indica la media de cada sitio, los círculos indican cuales sitios están cercanos en sus porcentajes, y cuales más lejanos, de manera que puede observarse como el sitio llamado La Chepona destaca de los demás por poseer los mayores porcentajes de materia orgánica.

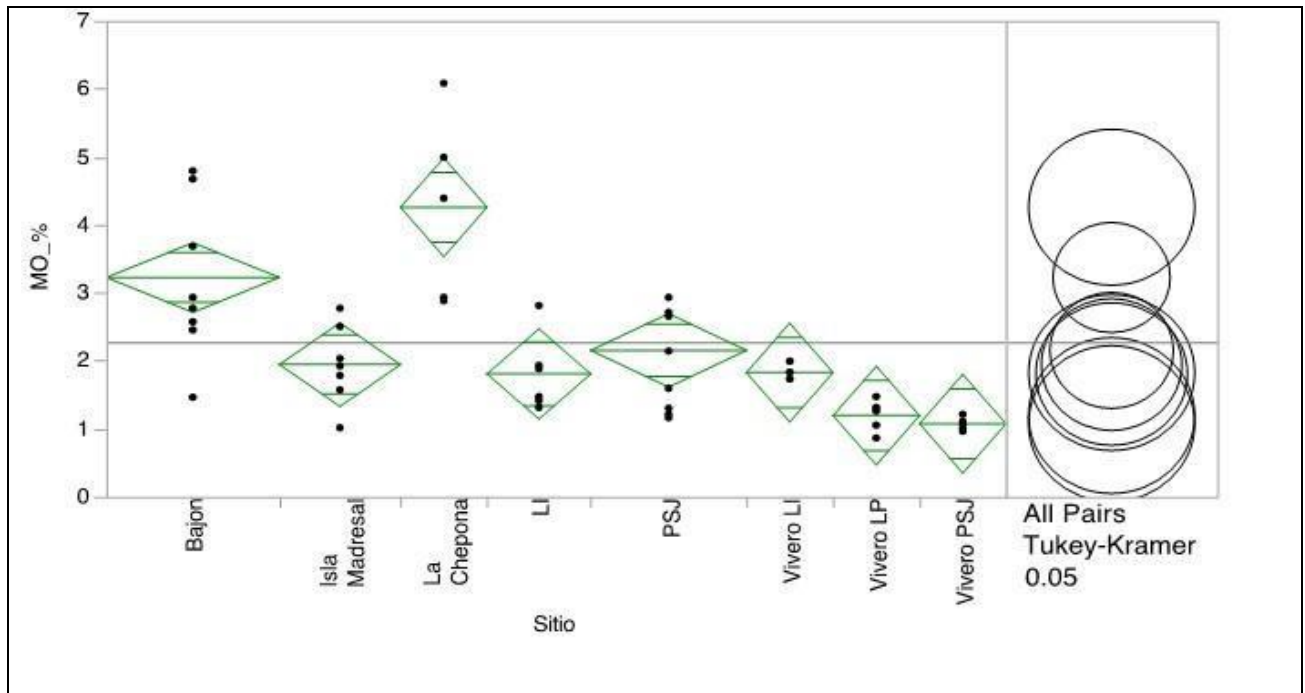


Grafico 4. Conexiones y porcentajes de materia orgánica en los 8 sitios.

**Rombos:** Sitios de muestreo.

**Línea media de cada rombo:** Media de cada grupo.

**Línea horizontal del cuadro:** Media global. **Círculos:**

Comparación de medias grupales.

Aplicando la prueba T de Student (grafico 5) se comparó los porcentajes de materia orgánica entre sitios naturales y viveros en donde visiblemente se aprecia que los valores dentro de los viveros son significativamente más bajos que el de los sitios naturales, así también el estadístico mostró un nivel de significancia menor al t tabulado ( $t = 3.8948$ ,  $gl = 50$ ,  $p = 0.0003$ ); indicando que los sitios entre si presentan diferencias significativas.

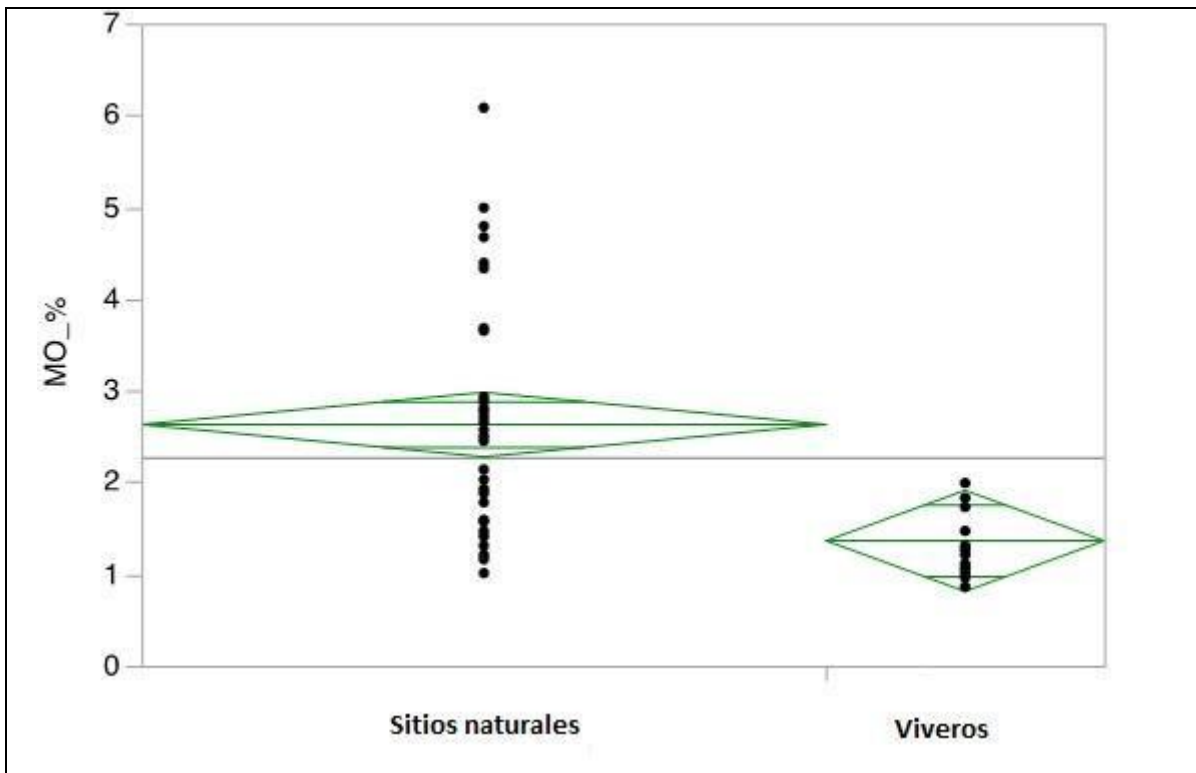


Grafico 5. Porcentajes de materia orgánica en sitios naturales y viveros.

### 5.3. Porcentajes de cobertura vegetal.

Los resultados reflejan un alto porcentaje de cobertura vegetal en todos los sitios de muestreo (grafico 6); el porcentaje más alto de cobertura vegetal para el caso de los sitios naturales se registró en Isla Madresal con 86.37% y el mínimo en La Chepona con un 60.43%; para el caso de los viveros, el mayor porcentaje se registró en el vivero de Punta San Juan con un 92.87% y el menor para el vivero de La Pirraya con el 81.39%

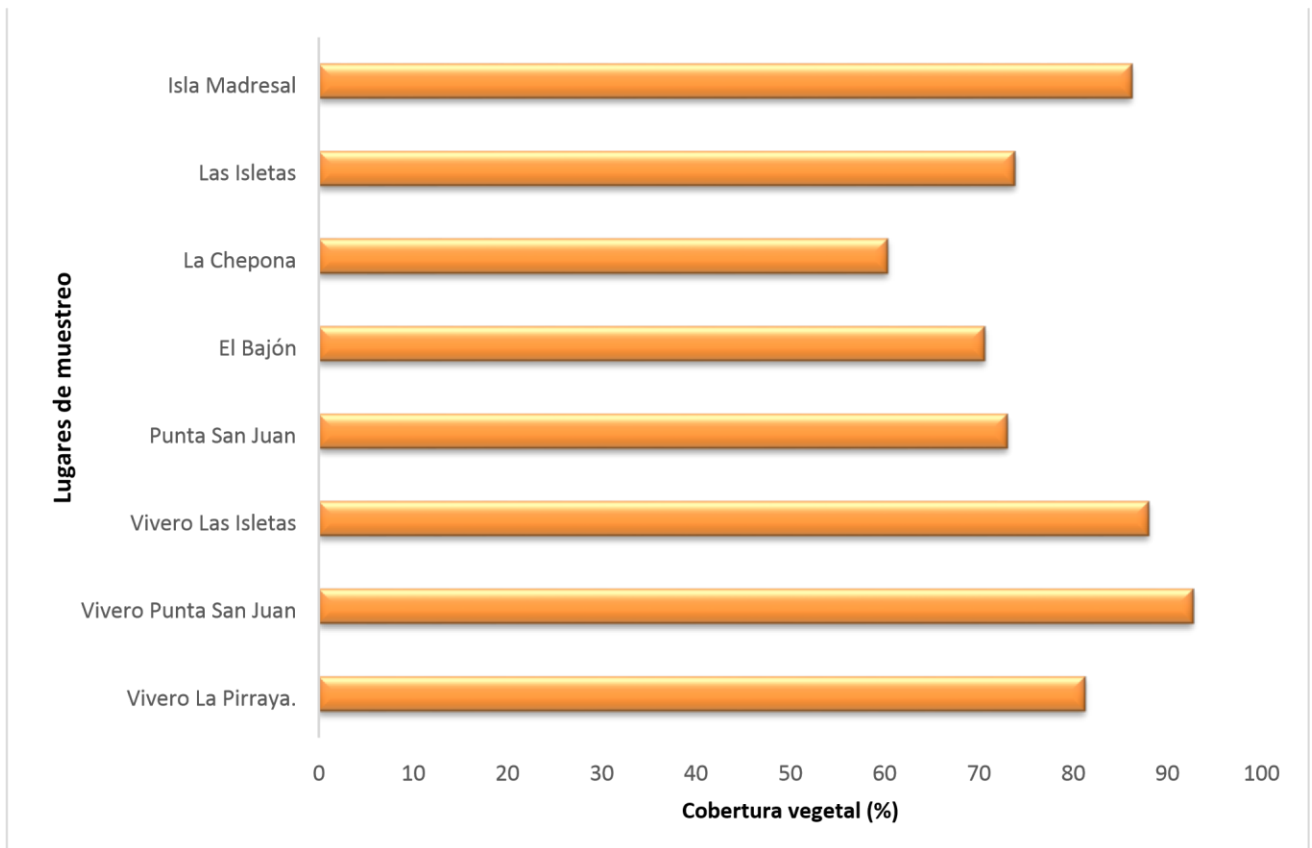


Grafico 6. Porcentajes promedios de cobertura vegetal en nidos naturales y artificiales

5.4 Distancias del centro del nido a marea alta, vegetación de playa y borde del bosque.

Existen cuatro zonas en las que hay probabilidad de que las tortugas depositen los nidos, estas son: sobre la playa (zona sin vegetación), en la vegetación de playa, en el borde del bosque y en el bosque. A nivel general por todos los nidos naturales la mayoría fueron localizados en el borde del bosque (60.98% n=41); encontrándose 26 nidos en el borde del bosque, 15 en el bosque y ninguno sobre la vegetación de playa o en playa.

La distancia promedio desde el nido a la marea alta en las playas muestreadas fue de -6.97m (SE 1.09m, n=41), a la vegetación de playa -5.09 (SE

0.79m, n=41) y al borde del bosque de -4.36m (SE 0.68m, n=41).

Tabla 3. Promedios globales de distancia del nido a marea alta, vegetación de playa y borde del bosque de los 41 nidos naturales.

Distancias	Promedio
Del nido a la marea alta	-6.97m
Del nido a la vegetación de playa	-5.09m
Del nido a borde del bosque	-4.36m

5.5. Identificación de las características de los nidos en la selección de sitios de anidación de la tortuga Carey.

Al aplicar el análisis de regresión logística se generaron una serie de modelos candidatos para la selección de sitios de anidación, y para encontrar aquellos modelos que mejor aproximen a predecir el comportamiento en la selección de sitios de anidación por parte de las hembras anidantes de tortuga Carey se utilizó el criterio de información Akaike para muestras pequeñas, con el que se identificaron cinco modelos candidatos que en conjunto constituyen el 95% de confianza y cuyos valores de AUC (área bajo la curva) oscilan de 0.82 a 1, lo que indica un excelente rendimiento del modelo; de esta manera el primer modelo (Sitio + BB (la variable Sitio combinada con la variable Borde de Bosque)) es el modelo que posee el menor valor de AICc de entre los modelos considerados, siendo casi de 2 a 18 veces el modelo que mejor aproxima a la realidad. El sitio y el Borde del Bosque fueron de las variables mayormente apoyadas ya que fueron consideradas en cinco y tres veces respectivamente en los mejores modelos. Las variables tamaño de grano y materia orgánica no formaron parte de los modelos con mejor aproximación.

Cuadro 3. Comparación de los 5 modelos de predicción con mayor apoyo para la selección de sitios de anidación de hembras anidantes de tortugas Carey en la Bahía de Jiquilisco, El Salvador, 2014.

Rank <sup>a</sup>	Variables de predicción <sup>b</sup>	K <sup>c</sup>	AIC <sub>c</sub> <sup>d</sup>	$\Delta_i$ AIC <sub>c</sub> <sup>e</sup>	Peso AIC <sub>c</sub> w <sub>if</sub>	w <sub>1</sub> /w <sub>ig</sub>	AUC <sup>h</sup>		
							VP	BB	B
1	Sitio + BB	8	152.5	0.0	0.482	1.00	1.00	0.82	0.82
2	Sitio + CV	8	153.7	1.2	0.261	1.85	1.00	0.87	0.87
3	Sitio + BB + MA	9	155.1	2.6	0.129	3.74	1.00	0.90	0.90
4	Sitio	7	156.5	4.0	0.066	7.29	0.95	0.85	0.86
5	Sitio + BB + CV + MA	10	158.3	5.8	0.026	18.38	1.00	0.88	0.89

<sup>a</sup>El modelo clasificado como número 1 es el modelo que mejor aproxima según el AIC<sub>c</sub> entre los modelos considerados.

<sup>b</sup>Definiciones de las variables de predicción: **Sitio**, playa donde el nido fue depositado por la tortuga; **BB**, distancia del nido al borde del bosque; **CV**, porcentaje de cobertura vegetal sobre el nido; **MA**, distancia del nido a la marea alta. <sup>c</sup>**K**: Número de parámetros en el modelo. <sup>d</sup>

**AIC<sub>c</sub>**:Criterio de información de Akaike corregido para muestras pequeñas. <sup>e</sup>**Delta AIC<sub>c</sub>**, :diferencia en el valor AIC<sub>c</sub> del modelo que mejor aproxima.

<sup>f</sup>**Peso Akaike**, la probabilidad que el modelo actual es el modelo que mejor aproxima entre los modelos considerados. <sup>g</sup> **w<sub>1</sub>/w<sub>i</sub>** :Proporción de evidencia, la probabilidad relativa de cada modelo en relación al modelo que mejor aproxima.

<sup>h</sup>**AUC** es el área bajo la curva de características operativo receptor (ROC) para las tres categorías de las variables dependientes: VP, nido depositado en la vegetación de playa; BB, nido depositado en el borde del bosque; B, nido depositado en el bosque.

## VI. DISCUSIÓN.

Las categorías de tamaños de grano identificadas, según la escala de Wentworth (1922) corresponden a arenas medias (0.250 mm), arenas finas (0.125 mm) y arenas muy finas (0.063 mm) siendo las arenas finas las que se encontraron en mayor cantidad. Estas categorías no cambiaron en los sitios de muestreo (nidos en playas y viveros) no encontrándose diferencias significativas entre sitios individuales y de igual forma entre los viveros y las sitios naturales.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Arzola-González (2007) en la playa El Verde en la costa sur de Sinaloa, México, en donde, indicó que la composición del tamaño de grano de arena no fue diferente entre los nidos naturales y los de corral. Por otra parte los resultados difieren de lo documentado por Rubiano (2011) en Isla Fuerte, del caribe colombiano donde observó que los porcentajes de tamaño de grano de las playas estudiadas variaron notablemente. Se debe mencionar que en la mayoría de estudios en los que se han realizado análisis granulométricos en playas de anidación de tortugas, han sido playas con formaciones rocosas donde hay oleaje mayor y con pendientes más pronunciadas (Arzola-González 2007, Rubiano 2011, Ow Young 2013), lo que influye a que el tamaño de los granos de arena sea más diverso en comparación con playas como las del presente estudio donde el oleaje es menor y con pendientes más suaves.

Entre autores, existe una ligera discrepancia con respecto a la preferencia de la tortuga carey en cuanto al tamaño de los granos de arena para la anidación, ya que algunos sugieren que esta especie se inclina por anidar en playas de granos medios (García-Vicario 2008, en Márquez-García et al., 2010, Bolongaro et al. 2010, Rubiano 2011) y finos (Márquez 1996, Pritchard y Mortimer 2000), mientras que para Cano y Rocha (1986) su preferencia es a arenas de granos gruesos; por otro lado Mortimer (1982) considera que el tamaño de las partículas de arena no es un factor importante en la selección del sitio de anidación. En esta investigación los tamaños de grano encontrados son de grano fino lo que facilita la excavación de los nidos y ayuda a prevenir que el nido colapse durante su construcción, además de

permitir que exista mayor humedad y así evitar la desecación de los huevos durante su incubación; esto aunado a investigaciones que indican que la Bahía de Jiquilisco es uno de los lugares donde se da la mayor actividad reproductiva de esta especie en todo el Pacífico Oriental (Gaos et.al 2010, Liles et.al 2011, Gaos et.al 2017), no se descarta que el tamaño de grano de arena si pudiera ser una característica importante en la selección de sitios de anidación.

En el presente estudio el valor promedio más alto de cobertura vegetal en playas fue de 86.37%, similar a investigaciones previas realizadas en Bahía de Jiquilisco y Estero Padre Ramos en Nicaragua (cuyos valores promedios son 84.1% y 92.5% respectivamente) (Liles et, al 2015); pero, aunque todos los sitios mostraron una abundante cobertura vegetal; el mayor porcentaje promedio de materia orgánica (4.25%) se registró bajo el menor porcentaje promedio de cobertura vegetal en playas (60.43%); esto difiere con lo dicho por Martínez (2012) que cuando la arena de las playas se cubre de vegetación, aumenta la cobertura vegetal, con lo que también aumenta el contenido de materia orgánica, pero, en ecosistemas como en el de Bahía de Jiquilisco la fuente de materia orgánica no solo es la vegetación que cubre la zona sino también el transporte de materia orgánica a través de los ríos que desembocan en ella (entre ellos el rio Lempa y Grande de San Miguel) (Campon, E. y Moreiras, D., 1985, Hernández et. al., 1998, Karavas et al. 2005).

Los viveros presentaron altos porcentajes de cobertura vegetal (un máximo de 92.87%), los cuales además de la cobertura vegetal natural poseen una maya protectora (saran) que brinda sombra a los viveros en al menos un 70%; en ellos se busca que las condiciones para la incubación sean lo más parecidas a las naturales en cuanto a la vegetación, lo que concuerda con Chacon et. al (2008) cuando expresa que a la hora de seleccionar el sitio del vivero debe verificarse que tenga similares condiciones al lugar natural de anidamiento, según la especie, y que las nidadas pueden ser protegidas añadiendo sombra por medio de vegetación y/o instalando sombras artificiales.



Aunque los viveros mostraron altos porcentajes de cobertura vegetal , obtuvieron porcentajes de materia orgánica más bajos, de entre 1.07% y 1.82%; esto último puede deberse a que se siguen las recomendaciones dadas en los manuales de manejo de corrales de incubación para el tratamiento de la arena depositada en ellos, en donde autores como Kutzari 2006 y Dueñas 2010 mencionan que debe eliminarse la mayor cantidad de materia orgánica posible (restos de raíces, estopas de coco, hojarasca etc) de la arena antes de depositarla en los viveros.

Este estudio así como otros realizados en la Bahía de Jiquilisco en El Salvador (Liles et.al 2015) (98.3% y 60.98% para este estudio ) demuestra la preferencia de la tortuga carey por anidar en el borde del bosque, y en investigaciones como la de Pacheco (2016) en playas rocosas y cercanas a arrecifes rocosos mencionan que la tortuga carey tiende a anidar dentro de la vegetación alta (85.1%); de esta manera Medina et, al., (2010) señala que la zona de vegetación a pesar de que representa una barrera física; las tortugas marinas encuentran en ella un micro hábitat adecuado para la anidación, lo que pone de manifiesto la importancia de la vegetación para la anidación de las tortugas carey.

En el análisis de los resultados con los cálculos de Criterio de información Akaike ( $AIC_c$ ), se identificaron dos variables predictorias que según  $AIC_c$  explican mejor las variables que pueden ser de mayor importancia en la selección de los sitios de anidación; de esta manera el sitio (playa donde el nido fue depositado por la tortuga) y la distancia del nido al borde del bosque (el nido se encuentra parcialmente rodeado por arboles), aparecieron en 5 y 3 de los mejores modelos de aproximación y que constituyen el conjunto de confianza del 95%; estos resultados coinciden con lo presentado por Liles et. al. (2015) y Pacheco (2016), dichos autores en sus estudios identificaron la variable distancia del nido al borde del bosque entre sus mejores modelos de predicción; encontrándose esta variable en los 6 y 7 mejores modelos de estos autores respectivamente.

Haciendo referencia a que la variable sitio se define como la playa donde la nidada fue depositada por la tortuga, las playas de la bahía cumplen con la mayoría de las características que autores como Márquez (1996), y Pritchard y Mortimer (2000) mencionan como de preferencia para la anidación de esta especie, estas son playas angostas, con vegetación en su porción terrestre, de mediana o baja energía (arena fina) y con poca pendiente. La variable distancia del nido al borde del bosque como lo señala Pacheco (2016) resalta la importancia de la vegetación y no solo es determinante para las tortugas que anidan en los estuarios, sino también para las que anidan en playas abiertas.

En este estudio las variables tamaño de grano de arena y materia orgánica no aparecieron dentro de los modelos más representativos, estos resultados difieren de lo presentado por Ditmer & Strapleton (2012) en su estudio en Long Island Antigua en las Antillas en donde las variables tamaño de grano de arena y materia orgánica, tuvieron un mayor apoyo en sus modelos de predicción.

## VII. CONCLUSIONES

Se identificaron tres categorías de tamaños de grano de arena (0.250mm mediano, 0.125mm fino y 0.063mm muy fino) concentrándose en mayor proporción en la categoría de 0.125mm, no encontrándose diferencias importantes entre los sitios así como tampoco entre viveros y playas.

Los mayores porcentajes de materia orgánica se registraron bajo los menores porcentajes de cobertura vegetal en playas, señalando de esta manera que la fuente de materia orgánica en la arena no solo se debe a la vegetación sino a otros factores como por ejemplo el arrastre de los ríos que desembocan en la Bahía de Jiquilisco.

La materia orgánica si bien afecta positivamente al suelo, su presencia en porcentajes altos dentro de los nidos afecta de manera negativa, por la posible infección por hongos dentro del nido, lo que causaría una muerte masiva de huevos.

Los viveros presentaron los menores porcentajes de materia orgánica, lo que indica que el tratamiento que se le da a la arena que se deposita en los viveros antes de la temporada de anidación para eliminar la mayor cantidad de materia orgánica es efectivo.

El valor promedio máximo de cobertura vegetal en playas se registró en el lugar conocido como Madresal (86.36%) y el mínimo en La Chepona (60.43%); en viveros el valor promedio máximo se determinó para el vivero ubicado en Punta San Juan (92.87%) y el menor para el vivero de La Pirraya (81.39%). Los resultados de este estudio señalan la importancia de la vegetación para la anidación de la tortuga Carey, por lo que proteger lugares tan importantes como la Bahía de Jiquilisco es de carácter imperativo, no solo para esta especie sino para mantener el equilibrio en el ecosistema.

Las variables identificadas por el Criterio de información Akaike como de mayor importancia en la selección de sitios de anidación de *Eretmochelys imbricata* y que mejor podrían predecir que un evento de anidación ocurra satisfactoriamente fueron el sitio y la distancia del nido al borde del bosque; señalando así que las características de las playas donde las nidadas son depositadas y una óptima distancia entre el nido y el borde del bosque crean condiciones favorables y un hábitat adecuado para la anidación

## VIII RECOMENDACIONES.

- Profundizar en investigaciones relacionadas con la variable arena de los sitios de anidación, en cuanto a su composición mineralógica, compuestos químicos o presencia de micro plásticos en ella, entre otros aspectos.
- Extender este tipo de investigaciones a otros lugares importantes para la anidación de las tortugas carey en el país y en toda la región del Pacífico Oriental, para determinar las diferencias o similitudes de las características de los nidos en la preferencia de anidación.

## IX REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abella, E. 2010. Factores ambientales y de manejo que afectan al desarrollo embrionario de la tortuga marina *Caretta caretta*. Implicaciones en programas de incubación controlada. Tesis doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canarias.España.

Abreu-Grobois, F. A., Guzmán, V., Cuevas, E., Alba Gamio, M. (2005). Memorias del Taller. Rumbo a la COP 3: Diagnóstico del estado de la carey (*Eretmochelys imbricata*) en la Península de Yucatán y determinación de acciones estratégicas. SEMARNAT, CONANP, IFAW, PRONATURA Península de Yucatán, WWF, Defenders of Wildlife.75 pp.

Ackerman, R 1997. The nest environment and the embryonic development of sea turtles. In *The biology of sea turtles* (Lutz, P. L., and Musick, J. A., eds) Vol. 1 pp. 83–106, CRC Press, Boca Raton, FL

Anderson, D.R., Burnham, K.P. Avoiding pitfall when using information-theoretic methods.. *the Journal of wildlife management*, Vol.66, N°. pp 912-918.

Arauz, R. M. 200b. Estrategia nacional de Conservación y manejo de las tortugas marinas en El Salvador. 26.p

Arzola-González, .2007 Humedad y temperatura en nidos naturales y artificiales de tortuga golfina *Lepidochely solivacea* (Eschsholtz 1829). Mazatlán, Sinaloa; México, 42(3): 377 – 383.

Baker, J, Fish M y. Drews C. 2009.Manual de monitoreo de temperatura: guía para monitorear temperaturas de arena e incubación en playas de anidación de tortugas marinas. Informe de WWF, San José, 20 p

Bañon Blázquez, Luis; Beviá García, José Francisco. 2000 Manual de carreteras. Alicante: Ortíz e hijos, Contratista de Obras, S.A. Vol. 2.

Boulon, Ralf H. Reducción de las Amenazas a los Huevos y las Crías: Protección In Situ en Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois, M. Donnelly (Editores) UICN/CSE

Bowen, W., Nelson, W. S., Avise, J. C. 1993. A Molecular Phylogeny for Murine Turtles: Trait Mapping, Rate Assessment, and Conservation Relevance. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, (90), pp. 5574-5577.

Bowles, J. 1981. Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil. McGraw-Hill de Mexico, S.A. de C.V.

Campón, E y Moreiras, D; 1985. Origen y distribución de materia orgánica en la ría de Villacorta, Asturias (España), trabajos de Geología, Univ. De Oviedo 15.339342 ISSN 0474-9588.

Carranza, O. 2010. Resumen de actividades de conservación de tortugas marinas en Península San Juan del Gozo, reserva de Biosfera Xirihualtique-Jiquilisco. 5p.

Carrasco, M. 2000. Estudio de los parámetros físicos que afectan el avivamiento en nidos de Tortuga lora (*Lepidochelys kempi*, Garman, 1880).

Cassinello Pérez, Fernando. 1996. Construcción de hormigonería. Segunda edición. Editorial Rueda Madrid España

Chacón, D. 2004. La tortuga carey del Caribe Introducción a su biología y estado de conservación. WWF -Programa Regional para América Latina y el Caribe, San José, Costa Rica.

Chacón, D. Dick, B., Sarti, L., Solano, M. 2008. Manual sobre técnicas de manejo y conservación de las tortugas marinas en playas de anidación de Centroamérica (propuesta base). Tortuguero, Costa Rica.

Chen T-H. & Cheng, I-J. (1995). Breeding biology of the green turtles, *Chelonia mydas* (Reptilia: Cheloniidae) on Wan-an Island, Peng-hu Archipelago, Taiwan. I. Nesting ecology. *Marine Biology*, 124, 9-15

CITES.(2013).Características biológicas básicas de las tortugas carey: la importancia de las escamas superpuestas. <http://www.cites.org>.

CONAP 2010. Conservacion de tortugas marinas, con énfasis en *Eretmochelys imbricata*, Campamento tortuguero Chenkan, Área de protección de Flora Y fauna Launo de términos. <http://www.conanp.gob.mx/acciones/fichas/carey/info/info.pdf>

Dalzell, H. W., Biddlestone, A:J., Gray, K.R.,Thurairajan, K. 1991. Manejo del suelo: produccion y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales.

Diez , C y Ottenwalder, J.2000. Estudios de hábitats. En Eckert, K. L., K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois y M. Donnelly (Editores). 2000 (Traducción al español). Técnicas de Investigación para la Conservación de las Tortugas Marinas. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación No. 4

Ditmer, M, Stapleton, S 2012 Factor AffectingHacthSucces of Hawsbill Sea Turtleon Long Island, Antigua, West IndiesPLoS ONE 7 (7).

Dueñas C, Vásquez M y Hasbún C. 2000. CONSERVACION DE LAS TORTUGAS MARINAS EN EL SALVADOR SINOPSIS Y PERSPECTIVAS. En Abreu-Grobois, F.A., R. Briseño-Dueñas, R. Márquez, and L. Sarti, compilers. 2000. Proceedings of the Eighteenth International Sea Turtle Symposium. U.S.Dep. Commer. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC436, 293 pp.

Dueñas C, 2010. Manual para el manejo de corrales de incubación de huevos de tortugas marinas. Primera edición. 25 p.

Eckert, K. L., K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois y M. Donnelly (Editores). 2000 (Traducción al español). Técnicas de Investigación para la Conservación de las Tortugas Marinas. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación No. 4.



Fielding, A. H., and J. F. Bell. 1997. A review of methods for the assessment of prediction errors In conservation presence-absence models. *Environmental Conservation* 24:38-49

Fondo para la Iniciativa de las Américas (Fiaes) 2009, Salvando a la tortuga marina, Boletín No. 9.

Gaos, A, Abreu-Grobois A, Alfaro-Shigueto J, Amorocho D, Arauz R, BaqueroA, BriseñoDueñas R, Chacón D, Dueñas C, Hasbún C, Liles M, Mariona G, MuccioC, Muñoz JP, Nichols WJ, Peña M, Seminoff JA, Vásquez M, Urteaga J, WallaceB, Yañez IL, Zárata P 2010 Signs of hope in the EasternPacific: international collaboration reveals encouraging status for severely depleted population of hawksbill turtles.

Gaos, A. R., R. L. Lewison, M. J. Liles, V. Gadea, E. Altamirano, Ana V. Henríquez, P. Torres, J. Urteaga, F. Vallejo, A. Baquero, C. LeMarie, J. P. Muñoz, J. Chaves, C. Hart, A. Peña de Niz, D. Chacón, L. Fonseca, S. Otterstrom, I. L. Yañez, E. LaCasella, A. Frey, M. Jensen, and P. H. Dutton. 2016. Hawksbill turtle terra incognita: conservation genetics of eastern Pacific rookeries. *Ecology and Evolution* 6:1251–1264.

Gaos, A. R., M. J. Liles, V. Gadea, A. Peña de Niz, F. Vallejo, C. Miranda, J. J. Darquea, A. Henríquez, E. Altamirano, A. Rivera, S. Chavarría, D. Melero, J. Urteaga, C. M. Pacheco, D. Chácon, C. LeMarie, J. Alfaro-Shigueto, J. C. Mangel, I. L. Yañez, and J. A. Seminoff. 2017. Living on the edge: hawksbill nesting and conservation along the eastern Pacific rim. *Latin American Journal of Aquatic Research* 45:572–584.

Garduño, M., Cervantes, E. 1996. Influencia de la temperatura y la humedad en la sobrevivencia en nidos in situ y en corral de Tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) en Las Coloradas, Yuc. Mexico. INP. SEMARNAP. Ciencia Pesquera N° 12.

Godfrey, M. H., D'Amato, A. F., Marcovaldi, M. A., and Mrosovsky, N. (1999) Pivotal temperature and predicted sex ratios for hatchling hawksbill turtles from

Brazil. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie* 77, 1465-1473

Hasbún, C y Vásquez M 1999. Sea turtles of El Salvador. *Marine Turtle Newsletter*. 85:7-9.

Harewood, A., Horrocks, J. 2008. Impacts of coastal development on hawksbill hatchling Survival and swimming success during the initial off shore migration. *Biol. Conserv*, 141: 394-401.

Hernández, C., Contreras, S., Gallardo, J.A. y Cancino, J.M. 1998. Estructura comunitaria de la macroinfauna a lo largo de una playa arenosa de Chile central: Lenga, Bahía San Vicente. *Revista Chilena de Historia Natural* 71: 303-311

Horrocks, J.A. y N. Scott. 1991. Nest site location and nest success in the hawksbill turtle *Eretmochelys imbricata* in Barbados, West Indies. *Marine Ecology Progress Series* 69:1-8.

Hosmer D, Lemeshow S. 2013. *Applied Logistic Regression*. 3<sup>o</sup> edición. New Jersey: John Wiley y Sons, Inc.

Jiménez, I. y L. Sánchez-Mármol. 2004. Complejo Bahía de Jiquilisco. Propuesta de Sitio Ramsar. MARN/AECI. San Salvador. El Salvador C.A.

Kamel S, Mrosovsky N 2004 Nest site selection in leatherbacks, *Dermochelys coriacea*: individual patterns and their consequences. *ANIMAL BEHAVIOUR*, 2004, 68, 357-366.

Kamel S, and Mrosovsky, N. 2006. Deforestation: risk of sex ratio distortion in hawksbill seaturtles. *Ecol. Appl.*, 16: 923-931.

Kamel S. 2013. Vegetation cover predicts temperature in nests of the hawksbill sea turtle: implications for beach management and offspring sex ratios. *ENDANGERED SPECIES RESEARCH* Vol. 20: 41-48.

Karavas N, Georghiou K, Arianoutsou M y Dimopoulos D. 2005. Vegetation and sand characteristics influencing nesting activity of *Caretta caretta* on Sekania beach. *Biological Conservation* 121: 177–188

Komar, P.D. 1976. *Beach Processes and Sedimentation*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 430 p.

Kutzari, Asociación para el Estudio y Conservación de las Tortugas Marinas, A.C. 2006 *Manual de Técnicas de protección de tortugas marinas*. 16 p.

Lagueux, C. J., Campbell, C. L. (2005). Marine turtle nesting and conservation needs on the south-east coast of Nicaragua. *Oryx*, 39: 398-405.

Liles, M J., 2010 *Conservación de la Tortuga Carey (Eretmochelys imbricata) en sus Playas de Anidación de El Salvador*. Reporte final

Liles, M. J., M. V. Jandres, W. A. López, G. I. Mariona, C. R. Hasbún, and J. A. Seminoff. 2011. Hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* in El Salvador: nesting distribution and mortality at the largest remaining nesting aggregation in the eastern Pacific Ocean. *Endangered Species Research* 14:23-30.

Liles, M J., 2012 *Investigación y Conservación de la Tortuga Carey (Eretmochelys imbricata) en la Bahía de Jiquilisco, El Salvador*. Informe final.

Liles, M.J. 2015. Nesting ecology and interactions between local and international priorities for hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbricata*) conservation on the Pacific coast of Central America. PhD. Dissertation, Texas A&M University, Texas, 148 pp.

Liles, M. J., M. J. Peterson, J. A. Seminoff, E. Altamirano, A. V. Henríquez, A. R. Gaos, V. Gadea, P. Torres, J. Urteaga, B. P. Wallace, and T. R. Peterson. 2015. One size does not fit all: importance of adjusting conservation practices for endangered hawksbill turtles to address local nesting habitat needs in the eastern Pacific Ocean. *Biological Conservation* 184:405–413.

Liles, M. J., A. R. Gaos, A. Bolaños, W. A. López, R. Arauz, C. Pacheco, J. Urteaga, V. Gadea, J. A. Seminoff, and M. J. Peterson. 2017. Survival on the rocks: high

bycatch in lobster gillnet fisheries threatens hawksbill turtles on rocky reefs along the Pacific coast of Central America. *Latin American Journal of Aquatic Research* 45:521–539.

Lyson, Tyler R. Bever, Gabe S. Scheyer, Torsten M. Hsiang, Allison Y. and Gauthier, Jacques A. 2013 Evolutionary Origin of the Turtle Shell, *Current Biology*.  
López O. Características sedimentológicas de la playa de Calheta de Pau (Isla de Boa Vista, República de Cabo Verde) Implicaciones en la anidación de *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) Tesis de Doctorado. Universidad de las Palmas de Gran Canaria. 2008; 44pp.

MARN 2013. Implementaran 10 proyectos de conservación en la reserve de Biosfera Xirihualtique Jiquilisco.  
[http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1808:implementaran-10-proyectos-de-conservacion-en-la-reserva-de-biosferaxirihualtiquejiquilisco&catid=1:noticias-ciudadano&Itemid=227](http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=1808:implementaran-10-proyectos-de-conservacion-en-la-reserva-de-biosferaxirihualtiquejiquilisco&catid=1:noticias-ciudadano&Itemid=227).

MARN, 2004. Plan de manejo del área natural y humedal bahía de Jiquilisco. San Salvador, El Salvador UCA Editores, 2004. 258 p.

Márquez Dos Santos. M.J. (Sin fecha). Estadística Básica Un enfoque no paramétrico. Mexico.

Márquez R., 1996. Las tortugas marinas y nuestro tiempo. La ciencia desde México. Fondo de la cultura económica. México.

Martinez Maria Luisa. 2012. Las playas y las dunas costeras : un hogar e movimiento, 1° Edicion 2009, Mexico.

McGehee, M. 1979. Factors affecting the hatching success of loggerhead sea turtles egg (*Carettacaretta* ). Thesis. B S, "presbyterian college, USA. 252 p.

Medina, R., Losada, I., Vidal, C. 1995. Variabilidad de los perfiles de playa: forma y distribución granulométrica. *Ingenieria del agua*. Vol.2. Num. Extraordinario. 10p.

Meylan, A.B. 1999. Status of the hawksbill turtle (*Eretmochelysimbricata*) in the Caribbean region. *Chelonian Conservation and Biology*, (2):177-184.

Meylan, A .B, Meylan, P.A. 2000 Introducción a la Evolución, Historias de Vida y Biología de las Tortugas Marinas. En Eckert, K. L., K. A. Bjorndal, F. A. AbreuGrobos y M. Donnelly (Editores). 2000 (Traducción al español). Técnicas de Investigación para la Conservación de las Tortugas Marinas. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación No. 4

Miller, J.D. 2000. Determinación del Tamaño de la Nidada y el Éxito de la Eclosión. En EnEckert, K. L., K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobos y M. Donnelly (Editores). 2000 (Traducción al español). Técnicas de Investigación para la Conservación de las Tortugas Marinas. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación No. 4.

Moncada Jimenez,, José 1970. Estadisitca: para las ciencias del movimiento humano/José Moncada Jimenez- ed- San José, C.R: Editorial de la Universidad de Costa Rica. 2005.

Mortimer, J. 1982. Factors influencing beach selection by nesting sea turtles. Pages 45–51 in K. A. Bjorndal, editor. *Biology and conservation of sea turtles*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., USA

Mortimer J. 1990. The influence of beach sand characteristics on the nesting behavior and clutch survival of green turtles (*Cheloniamydas*). *Copeia* 1990: 802–817.

Mortimer, J. 2000. Reducción de las Amenazas a los huevos y a las crías: Los viveros. En EnEckert, K. L., K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobos y M. Donnelly (Editores). 2000 (Traducción al español). Técnicas de Investigación para la Conservación de las Tortugas Marinas. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación No. 4.

Mortimer, J.A. and Donnelly M 2008 *Eretmochelys imbricata*. En: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species, Version 2013.

Mrosovsky, N., Bass, A., Corliss, L., Richardson, J. I., and Richardson, T. H. (1992) Pivotal and beach temperatures for hawksbill turtles nesting in Antigua. *Canadian Journal of Zoology Revue Canadienne De Zoologie* 70, 1920-1925.

Pacheco Turcios, Carlos Mario. 2016. Frecuencia de avistamiento y preferencias de sitios de anidación de *Eretmochelys imbricata* en las playas Punta Amapala y el Area Natural Protegida Complejo Los Cobanos, El Salvador.

Pardo Merino A. y Ruiz Díaz M. A. 2005. Análisis de datos con SPSS 13 base.600 pp.

Patiño-Martínez, J. 2010. Estudio de los factores ambientales que afectan el desarrollo de la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en Colombia y sur de Panamá. Aplicación a programas de manejo y Conservación. Tesis doctoral. Universidad de Salamanca

Pritchard, P y Mortimer ,J.A. 2000.Taxonomía, Morfología Externa e Identificación de las Especies. En Eckert, K. L., K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois y M. Donnelly(Editores). 2000 (Traducción al español). Técnicas de Investigación para la Conservación de las Tortugas Marinas. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación No. 4

Ramsar (2013) The Annotated Ramsar List: El Salvador. [www.ramsar.org](http://www.ramsar.org)

Revuelta, O., Tomás, J. (2010). Tortuga carey – *Eretmochelys imbricata*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Marco, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>

Richardson, J. 2000 Prioridades para los Estudios sobre la Biología de la Reproducción y de la Anidación. En Eckert, K. L., K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois y M. Donnelly (Editores). 2000 (Traducción al español). Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación No. 4.

Rincón-Díaz, M y Rodríguez-Zárate C. 2004. Caracterización de playas de anidación y zonas de alimentación de tortugas marinas en el archipiélago de San Bernardo, caribe colombiano. *Cost.* 33 137-158.

Samayoa, R., Muñoz, A., Liles, M., Thomas, C., Soriano, C., Tinetti, P., Evangelista, K., Medina, A., Gutiérrez, J. F. Mejor manejo de playa: Evaluación de las condiciones de mejor manejo de playa para la conservación de la tortuga marina en 33 playas de anidación. Informe final. 96 pp.

Sarmiento Ramírez, J. M. Abella, E. Martín, M. P. Tellería, M.T. López Jurado, Luis F. Uribeondo, A. M. & J. D. 2010. *Fusarium solani* is responsible for mass mortalities in nests of loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*, in Boavista, Cape Verde. *FEMS Microbiology Letters* 312: 192-200.

Seminoff, J. A., Nichols, W. J., Resendiz, A., Brooks, L. (2003). Occurrence of hawksbill turtles, *Eretmochelys imbricata* (Reptilia Cheloniidae) near the Baja California Peninsula, Mexico. *Pac. Sci.*, 57: 9-16.

Schaetzl, R. J., and Anderson, S. (2005) *Soils: Genesis and Geomorphology*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Schroeder, B.A. Mitigación de las Amenazas en Playas de Anidación. WIDECAST. IUCN/MTSG, WWF, y el Programa Ambiental del Caribe PNUMA. 2001. En: *Técnicas de investigación y manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. K.L Eckert, K.A. Bjorndal, F.A. 2000; 266 pp.

Spencer, R.J., 2002. Experimentally testing nest site selection: fitness trade-offs and predation risk in turtles. *Ecology* 83, 2136–2144.

Troëng, S, Dutton, P. H, Evans, D. 2005. Migration of hawksbill turtles *Eretmochelys Imbricata* from Tortuguero, Costa Rica. *Ecography*, 28: 394-402.

Vásquez, M., M. J. Liles, W. López, G. Mariona, and J. Segovia. 2008. Sea turtle research and conservation, El Salvador. FUNZEL–ICMARES/UES and National Fish and Wildlife Foundation, San Salvador, El Salvador.

Vásquez, M., Herrera, A., Herrera, N. 2010. 40 años de conservación de tortugas marinas en El Salvador. Revista mejor Ambiente. Edición N° 1 20-23 pp.

Vargas, R. 2009 Guia para la descripción de suelos. Cuarta edición. Bolivia. 111p.

Wallace BP, Di Matteo AD, Bolten AB, Chaloupka MY, Hutchinson BJ, et al. 2011 Global Conservation Priorities for Marine Turtles. 6(9)

Wentworth, C.K. 1922. A scale of grade and class term for clastic sediments. J. Geol. 30:337-392.

Whitmore, C.P., Dutton, P.H., 1985. Infertility, embryonic mortality and nest-site selection in leatherback and green sea turtles in Suriname. Biol. Conserv. 34, 251–272.

WOOD, D.K. and BJORN DAL, K. 2000. Relation of temperature, moisture, salinity, and slope to nest site selection in loggerhead sea turtle. Copeia, 1, 119-128.

Wyneken, J. 2004. La Anatomía de las Tortugas Marinas. U.S. Department of Commerce NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-470, 172 pp. [Versión en español de Wyneken, J. 2001. The Anatomy of Sea Turtles. U.S. Department of Commerce NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC, 172 pp.] .



# XI. ANEXOS

Tabla 1. Tabla de Tukey.

Cuantiles de la distribución de Tukey  $q(n, m)$

$\alpha = 0.05$	$n$														
$m$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2	15.92	16.16	16.38	16.59	16.78	16.97	17.14	17.30	17.46	17.61	17.75	17.88	18.01	18.13	18.25
3	10.69	10.84	10.98	11.11	11.24	11.36	11.47	11.58	11.68	11.78	11.87	11.96	12.05	12.13	12.21
4	8.79	8.91	9.03	9.13	9.23	9.33	9.42	9.50	9.58	9.66	9.74	9.81	9.88	9.94	10.00
5	7.83	7.93	8.03	8.12	8.21	8.29	8.37	8.44	8.51	8.58	8.64	8.70	8.76	8.82	8.87
6	7.24	7.34	7.43	7.51	7.59	7.66	7.73	7.80	7.86	7.92	7.98	8.03	8.09	8.14	8.19
7	6.85	6.94	7.02	7.10	7.17	7.24	7.30	7.36	7.42	7.48	7.53	7.58	7.63	7.68	7.73
8	6.57	6.65	6.73	6.80	6.87	6.93	6.99	7.05	7.11	7.16	7.21	7.26	7.31	7.35	7.40
9	6.36	6.44	6.51	6.58	6.64	6.70	6.76	6.82	6.87	6.92	6.97	7.02	7.06	7.10	7.14
10	6.19	6.27	6.34	6.40	6.47	6.53	6.58	6.63	6.69	6.73	6.78	6.82	6.87	6.91	6.95
11	6.06	6.13	6.20	6.27	6.33	6.38	6.44	6.49	6.54	6.58	6.63	6.67	6.71	6.75	6.79
12	5.95	6.02	6.09	6.15	6.21	6.26	6.32	6.37	6.41	6.46	6.50	6.54	6.58	6.62	6.66
13	5.86	5.93	5.99	6.05	6.11	6.17	6.22	6.26	6.31	6.36	6.40	6.44	6.48	6.52	6.55
14	5.79	5.85	5.91	5.97	6.03	6.08	6.13	6.18	6.22	6.27	6.31	6.35	6.39	6.42	6.46
15	5.72	5.78	5.85	5.90	5.96	6.01	6.06	6.10	6.15	6.19	6.23	6.27	6.31	6.34	6.38
16	5.66	5.73	5.79	5.84	5.90	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.17	6.20	6.24	6.28	6.31
17	5.61	5.67	5.73	5.79	5.84	5.89	5.94	5.98	6.03	6.07	6.11	6.14	6.18	6.22	6.25
18	5.57	5.63	5.69	5.74	5.79	5.84	5.89	5.93	5.98	6.02	6.06	6.09	6.13	6.16	6.20
19	5.53	5.59	5.65	5.70	5.75	5.80	5.85	5.89	5.93	5.97	6.01	6.05	6.08	6.11	6.15
20	5.49	5.55	5.61	5.66	5.71	5.76	5.81	5.85	5.89	5.93	5.97	6.00	6.04	6.07	6.10
21	5.46	5.52	5.58	5.63	5.68	5.73	5.77	5.81	5.85	5.89	5.93	5.97	6.00	6.03	6.07
22	5.43	5.49	5.55	5.60	5.65	5.69	5.74	5.78	5.82	5.86	5.90	5.93	5.97	6.00	6.03
23	5.41	5.46	5.52	5.57	5.62	5.67	5.71	5.75	5.79	5.83	5.87	5.90	5.93	5.97	6.00
24	5.38	5.44	5.49	5.55	5.59	5.64	5.68	5.72	5.76	5.80	5.84	5.87	5.91	5.94	5.97
25	5.36	5.42	5.47	5.52	5.57	5.62	5.66	5.70	5.74	5.78	5.81	5.85	5.88	5.91	5.94
26	5.34	5.40	5.45	5.50	5.55	5.59	5.64	5.68	5.72	5.75	5.79	5.82	5.85	5.89	5.92
27	5.32	5.38	5.43	5.48	5.53	5.57	5.61	5.66	5.69	5.73	5.77	5.80	5.83	5.86	5.89
28	5.30	5.36	5.41	5.46	5.51	5.55	5.60	5.64	5.67	5.71	5.75	5.78	5.81	5.84	5.87
29	5.29	5.34	5.40	5.44	5.49	5.54	5.58	5.62	5.66	5.69	5.73	5.76	5.79	5.82	5.85
30	5.27	5.33	5.38	5.43	5.47	5.52	5.56	5.60	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.80	5.83
31	5.26	5.31	5.36	5.41	5.46	5.50	5.54	5.58	5.62	5.66	5.69	5.72	5.76	5.79	5.82
32	5.24	5.30	5.35	5.40	5.45	5.49	5.53	5.57	5.61	5.64	5.68	5.71	5.74	5.77	5.80
33	5.23	5.29	5.34	5.39	5.43	5.48	5.52	5.56	5.59	5.63	5.66	5.69	5.73	5.76	5.78
34	5.22	5.27	5.33	5.37	5.42	5.46	5.50	5.54	5.58	5.61	5.65	5.68	5.71	5.74	5.77
35	5.21	5.26	5.31	5.36	5.41	5.45	5.49	5.53	5.57	5.60	5.64	5.67	5.70	5.73	5.76
36	5.20	5.25	5.30	5.35	5.40	5.44	5.48	5.52	5.55	5.59	5.62	5.66	5.69	5.72	5.74
37	5.19	5.24	5.29	5.34	5.39	5.43	5.47	5.51	5.54	5.58	5.61	5.64	5.67	5.70	5.73
38	5.18	5.23	5.28	5.33	5.38	5.42	5.46	5.50	5.53	5.57	5.60	5.63	5.66	5.69	5.72
39	5.17	5.22	5.27	5.32	5.37	5.41	5.45	5.49	5.52	5.56	5.59	5.62	5.65	5.68	5.71
40	5.16	5.22	5.27	5.31	5.36	5.40	5.44	5.48	5.51	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.70
41	5.15	5.21	5.26	5.30	5.35	5.39	5.43	5.47	5.50	5.54	5.57	5.60	5.63	5.66	5.69
42	5.15	5.20	5.25	5.30	5.34	5.38	5.42	5.46	5.50	5.53	5.56	5.59	5.62	5.65	5.68
43	5.14	5.19	5.24	5.29	5.33	5.37	5.41	5.45	5.49	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67
44	5.13	5.19	5.24	5.28	5.33	5.37	5.41	5.44	5.48	5.51	5.55	5.58	5.61	5.64	5.66
45	5.13	5.18	5.23	5.28	5.32	5.36	5.40	5.44	5.47	5.51	5.54	5.57	5.60	5.63	5.66
46	5.12	5.17	5.22	5.27	5.31	5.35	5.39	5.43	5.46	5.50	5.53	5.56	5.59	5.62	5.65
47	5.11	5.17	5.22	5.26	5.31	5.35	5.39	5.42	5.46	5.49	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64
48	5.11	5.16	5.21	5.26	5.30	5.34	5.38	5.42	5.45	5.48	5.52	5.55	5.58	5.61	5.63
49	5.10	5.16	5.20	5.25	5.29	5.33	5.37	5.41	5.44	5.48	5.51	5.54	5.57	5.60	5.63
50	5.10	5.15	5.20	5.24	5.29	5.33	5.37	5.40	5.44	5.47	5.50	5.53	5.56	5.59	5.62