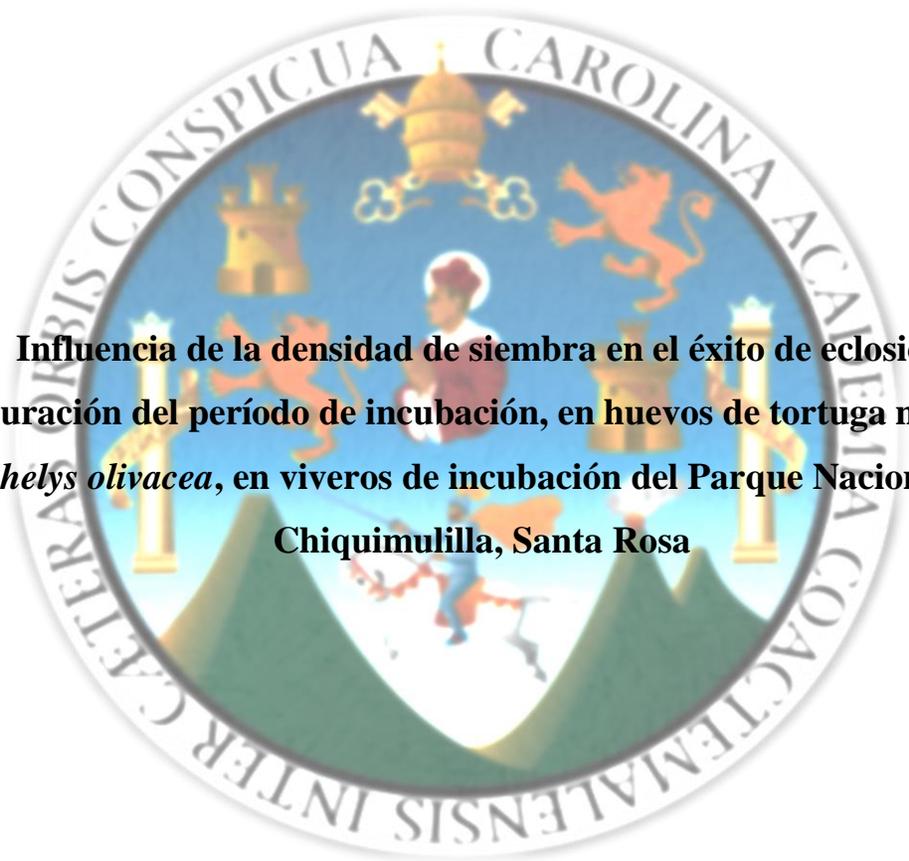


**Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-**

TRABAJO DE GRADUACIÓN



**Influencia de la densidad de siembra en el éxito de eclosión
y duración del período de incubación, en huevos de tortuga marina
Lepidochelys olivacea, en viveros de incubación del Parque Nacional Hawaii,
Chiquimulilla, Santa Rosa**

Presentado por:

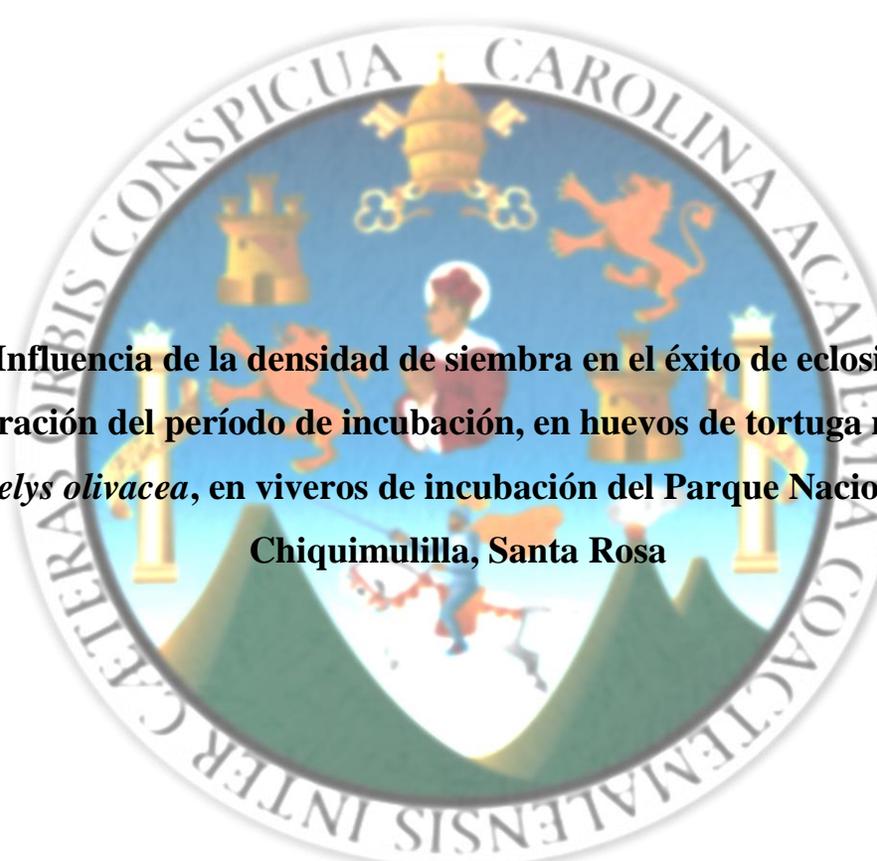
T. A. Leonel Antonio Zelaya Cerezo

**Para otorgarle el título de
LICENCIADO EN ACUICULTURA**

Guatemala, mayo de 2016

**Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-**

TRABAJO DE GRADUACIÓN



**Influencia de la densidad de siembra en el éxito de eclosión
y duración del período de incubación, en huevos de tortuga marina
Lepidochelys olivacea, en viveros de incubación del Parque Nacional Hawaii,
Chiquimulilla, Santa Rosa**

Presentado por:

T. A. Leonel Antonio Zelaya Cerezo

**Para otorgarle el título de
LICENCIADO EN ACUICULTURA**

Asesor: Dr. Carlos Alfaro

Guatemala, mayo de 2016

El Director del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-, después de conocer el dictamen favorable del M.Sc. Luis Francisco Franco Cabrera, Coordinador Académico, sobre el trabajo de graduación del estudiante universitario, **Leonel Antonio Zelaya Cerezo**, titulado “Influencia de la densidad de siembra en el éxito de eclosión y duración del período de incubación, en huevos de tortuga marina *Lepidochelys olivacea*, en viveros de incubación del Parque Nacional Hawai, Chiquimulilla, Santa Rosa” da por este medio su aprobación a dicho trabajo. IMPRIMASE.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



M.Sc. Héctor Leonel Carrillo Ovalle

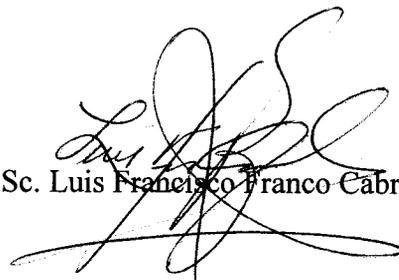


Guatemala, mayo 2016



El Coordinador Académico del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-, después de conocer el dictamen del asesor M.V. Carlos Efraín Alfaro Argueta y la aprobación de la Encargada de EPS M.Sc. Irene Franco Arenales, al trabajo de graduación del estudiante universitario **Leonel Antonio Zelaya Cerezo**, titulado “Influencia de la densidad de siembra en el éxito de eclosión y duración del período de incubación, en huevos de tortuga marina *Lepidochelys olivacea*, en viveros de incubación del Parque Nacional Hawai, Chiquimulilla, Santa Rosa”, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


M.Sc. Luis Francisco Franco Cabrera



Guatemala, mayo 2016

**Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-**

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente	M. Sc. Héctor Leonel Carrillo Ovalle
Secretaria	M. Sc. Kathya Iturbide Dormon
Representantes Docentes	M. A. Olga Marina Sánchez Cardona
Representante del Colegio de Médicos Veterinarios, Zootecnistas y Acuicultores	M. Sc. Erick Roderico Villagrán Colón
Representantes Estudiantiles	M. Sc. Adrián Mauricio Castro López
	Lic. Francisco Emanuel Polanco Vásquez
	T. A María José Mendoza Arzu

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, por ser mí segunda casa y brindarme la oportunidad de estudiar y lograr alcanzar una de mis metas en la vida.

Al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, por el apoyo otorgado durante mi desarrollo estudiantil.

A la Asociación de Rescate y Conservación de Vida Silvestre, por permitirme realizar la investigación en las instalaciones del parque Hawaii.

A mis asesores, Doctor Carlos Alfaro y Doctora Claudia Cerezo, por tomar parte de su tiempo en guiarme durante esta investigación.

A la Licenciada Alessandra Bielli, por brindarme sus conocimientos y colaboración durante el desarrollo de la investigación.

A mis amigos, por su ayuda y amistad durante tantos años.

DEDICATORIA

A DIOS

Por llenar mi vida de bendiciones.

A MI FAMILIA

Por su apoyo y amor incondicional.

A MIS PADRES

Por darme todo en la vida y alentarme a seguir
soñando.

A MIS AMIGOS

Por estar conmigo en los buenos y malos
momentos.

A MI NOVIA

Por su ayuda incondicional y motivación en cada
momento.

RESUMEN

El papel que desarrolla la tortuga marina *Lepidochelys olivacea* en el ámbito biológico, cultural, socioeconómico y económico es de suma importancia a nivel mundial. Esta especie está declarada como vulnerable, en el listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), debido a que sus poblaciones se encuentran en disminución.

En la costa Pacífica de Guatemala, la estrategia más comúnmente aplicada en la conservación de la especie, es la utilización de viveros o tortugarios, los cuales son áreas de incubación de nidos de tortugas marinas, protegidos de depredadores y saqueadores. Solamente un porcentaje de los huevos recolectados y sembrados en los viveros logra eclosionar. Con la finalidad de generar planes de conservación más eficientes, es necesaria la evaluación de técnicas que logren aumentar la tasa de eclosión de huevos.

Aun no se entiende completamente la influencia que ejerce la densidad de huevos sembrados, sobre el éxito de eclosión y duración del periodo de incubación. La presente investigación evalúa distintas densidades de siembra, analizando su influencia en el tiempo de incubación y en el porcentaje de eclosión en los tortugarios del parque Hawaii, Santa Rosa, Guatemala. Se analizaron 4 tratamientos distintos, correspondientes a las densidades de 40, 60, 80 y 100 huevos sembrados en cada nido; se repitió 4 veces cada tratamiento. Además, se monitoreó la temperatura de los nidos durante todo su desarrollo, con el fin de detectar cambios de temperatura importantes. Se encontraron dos eventos importantes; uno de muy alta temperatura superior a 31.9°C al inicio del experimento, y uno de temperaturas inferiores a 28°C en los últimos días del experimento.

En un periodo de 21 días se sembraron 16 nidos con un total de 1,180 huevos. Después de la eclosión de los neonatos, por medio de exhumaciones se calculó en cada nido el éxito de eclosión. El tiempo de incubación se determinó calculando el número de días transcurridos entre la fecha de siembra hasta la fecha de eclosión del primer neonato. Sin embargo, el resultado del análisis estadístico de los datos de porcentaje de eclosión y de tiempo de incubación mostró un p-valor de 0.3343 y de 0.8723, respectivamente. Entonces, se considera que la densidad de siembra no tiene influencia sobre el éxito de eclosión y el periodo de incubación de los nidos de *L. olivacea* en el tortugario de Hawaii.

ABSTRACT

The marine turtle *Lepidochelys olivacea* plays an important role at biological, cultural, socioeconomic and economic level worldwide. It is enlisted as a vulnerable species in the International Union for the Conservation of Nature (IUCN) Red List, due to a decrease of the population.

On the Pacific coast of Guatemala, hatcheries are the most common conservation strategy used for this species. Hatcheries are areas where sea turtle eggs are incubated and protected from predators and poachers. However, in a hatchery only a portion of the eggs that are buried hatch. In order to create effective conservation programs it is necessary to develop new techniques that can increase the hatching success in the hatcheries.

The role that nest size plays on the eclosion rate and on the length of the incubation period is still poorly understood. In the hatchery of Hawaii (Santa Rosa, Guatemala) we analyzed the effect of different nest sizes on the hatching success and on the time elapsed between the lay and the emergency of the hatchlings. The nest sizes of 40, 60, 80 and 100 eggs were analyzed and for each size the experiment was repeated 4 times. Moreover, the temperature of the sand was monitored using a multimeter in order to detect any important change in the temperature of the nests. Two important temperature events were recorded: one event showed very high temperatures (above 31.9°C) at the beginning of the experiment, while the second one showed low temperatures (below 28°C) at the end of the experiment.

In a time lapse of 20 days, 16 nests containing 1180 eggs were buried. After the emergence of the offspring, during the exhumation of the nest we calculated the eclosion rate. The length of the incubation period was determined by calculating the number of days elapsed between the burial of the nest and the emergence of the first hatchling. However, the result of the statistical analysis of the eclosion rate data and the incubation length data showed a p-value of, respectively, 0.3343 and 0.8723. Therefore, we consider that the nest size doesn't have any influence on the eclosion rate and the length of the incubation period of the nests of *L. olivacea* in the hatchery of Hawaii.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	2
3. MARCO TEÓRICO	3
3.1 Generalidades	3
3.2 Estado de conservación	4
3.3 La tortuga Parlama <i>Lepidochelys olivacea</i>	4
3.3.1 Reproducción	6
3.3.2 Amenazas	6
3.3.3 Medidas de conservación para la especie	7
3.4 Periodo de Incubación	8
3.5 Éxito de eclosión	9
4. OBJETIVOS	10
4.1 General	10
4.2 Específicos	10
5. HIPÓTESIS	11
6. METODOLOGÍA	12
6.1 Ubicación geográfica	12
6.2 Variables	12
6.3 Diseño experimental	13
6.3.1 Descripción de los tratamientos	13
6.3.2 Modelo estadístico:	13
6.3.3 Hipótesis estadísticas	14
6.3.4 Número de repeticiones	14
6.3.5 Tamaño y forma de las unidades experimentales	14
6.3.6 Variable respuesta	14
6.3.7 Manejo del experimento	15
6.3.8 Croquis de campo	17
6.3.9 Análisis de la información	18
7. RESULTADOS	19

7.1	Éxito de eclosión	19
7.2	Periodo de incubación	19
7.3	Temperatura de la arena	20
8.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	21
9.	CONCLUSIONES	23
10.	RECOMENDACIONES	24
11.	BIBLIOGRAFÍA	25
12.	ANEXOS	28

INDICE DE FIGURAS

Figura No. 1.	Vista satelital del parque Hawaii	12
Figura No. 2.	Croquis del vivero de incubación, seccionado según los tratamientos	18

INDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1.	Variables cuantitativas	13
Cuadro No. 2.	Porcentaje de eclosión en las cuatros repeticiones (R) de cada tratamiento (D)	19
Cuadro No. 3.	Periodo de incubación en las cuatro repeticiones (R) de cada tratamiento (D)	20

INDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Biología de la especie <i>Lepidochelys olivácea</i>	5
Tabla No. 2 Orden taxonómico de la especie <i>L. olivácea</i>	6

1. INTRODUCCIÓN

Las tortugas marinas son animales que pertenecen al grupo de los reptiles y se caracterizan por vivir en el mar; estas han jugado un papel muy importante en la salud de los océanos durante millones de años, realizando funciones esenciales, que contribuyen de gran manera al mantenimiento del ecosistema marino-costero. Existe un total de ocho especies de tortugas marinas a nivel mundial, distribuidas principalmente en los océanos tropicales. Las costas del Pacífico guatemalteco son lugares de anidación para las especies de tortuga marina Parlama (*Lepidochelys olivacea*) y Baule (*Dermochelys coriacea*) (Asociación Guatemalteca de Exportadores [AGEXPORT], 2013).

La tortuga Parlama es la especie que sufre más usos comerciales y de las que se trafican más sus huevos. En la costa pacífica de Guatemala se localizan importantes zonas de anidación de la especie de tortuga *Lepidochelys olivacea*, en donde sus huevos son saqueados y vendidos para consumo humano, así mismo al ser una especie frecuente en la operación pesquera, se les utiliza para extraer sus huevos del vientre, su carne para consumo, carnada o producción de aceite y ocasionalmente el caparazón con fines decorativos (Chacón, 2002). Todas las especies de tortugas marinas, a nivel mundial, han sido estipuladas por organismos internacionales, como especies amenazadas y algunas de ellas como especies en peligro de extinción. La tortuga marina *Lepidochelys olivacea* está declarada como una especie vulnerable, en el listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), debido a que sus poblaciones se encuentran en disminución (Meylan, y Meylan 2000); el Listado de Especies Amenazadas de Guatemala (LEA) la clasifica como especie en peligro de extinción, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) la cataloga como una especie críticamente amenazada (Ascensión, 2015).

El presente estudio de investigación evaluó si existen diferencias significativas en cuanto al tiempo de incubación y el porcentaje de eclosión en huevos de tortuga Parlama (*Lepidochelys olivacea*), por medio de la aplicación de distintas densidades de siembra, en viveros de incubación, determinando si la cantidad de huevos sembrados por nido, tiene influencia en el tiempo de incubación y el éxito de eclosión.

2. ANTECEDENTES

La historia de la conservación de tortugas marinas en Guatemala, consiste en la utilización de tortugarios, en donde los huevos son incubados y luego los neonatos son liberados en las playas, para después dirigirse al mar a continuar con su ciclo de vida. El primer tortugario fue creado en el año de 1971, por el Instituto Nacional de Bosques –INAB-, el cual fue establecido en la aldea Hawaii, comunidad pesquera ubicada a 8 km al este de Monterrico, marcando el inicio de la creación de nuevos tortugarios a lo largo del litoral de la costa Pacífica, siendo necesarios debido a la fuerte demanda comercial que tienen los huevos de tortugas marinas (Muccio, Ortiz, y Martinez, 2010).

Investigaciones realizadas en el país, han estudiado el efecto de la profundidad a la que se siembran los huevos de tortuga Parlama *L. olivacea*, dentro de la arena y de la utilización de sombra sobre el éxito de eclosión, a través de la comparación entre dos tratamientos (con y sin sombra) y tres profundidades de siembra; además, se ha trabajado con la predicción del sexo de los neonatos por medio del análisis de la temperatura registrada durante la temporada, la relación existente entre los datos biométricos de los neonatos y un análisis cualitativo de los huevos que no lograron eclosionar (Rivas, 2002).

Según estudios en Malasia, se concluyó que la división de las nidadas de tortugas Baule *Dermochelys coriacea* en agrupaciones de 50 huevos cada una, aumenta la tasa de éxito de eclosión (Balasingan, 1960). A pesar que sus conclusiones fueron publicadas, nunca se demostró si el aparente aumento de éxito de eclosión fue estadísticamente significativa. A partir de estos resultados, la mayoría de los criaderos de Malasia han continuado con la práctica de división de nidadas hasta la actualidad (Mortimer, *et al.*, 2011), logrando incrementar las tasas de eclosión, dividiendo las nidadas en grupos de 40 a 60 huevos, sembrándolas en nidos separados (Mortimer, 2000).

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Generalidades

Las tortugas marinas habitan la tierra desde hace más de 150 millones de años, evolucionaron a partir de tortugas de agua dulce, aunque se diferencian de ellas al contar con aletas en vez de patas y un cuerpo plano, adquiriendo una morfología hidrodinámica para su adaptación a una vida principalmente en el océano. Existen 8 especies distintas de tortugas marinas identificadas en el mundo, de las cuales cinco especies y una sub especie desovan en las costas de Centroamérica (Meylan, y Meylan 2000).

Las tortugas marinas no poseen cuidado parental, por lo que presentan altos porcentajes de mortalidad en sus estadios tempranos. Como respuesta natural a la ausencia de la protección de sus madres, la producción de huevos se genera en altas cantidades, permitiendo una significativa producción de neonatos, de los cuales solamente uno de cada mil lograra llegar a su etapa adulta, según estudios de mortalidad (Muccio, Ortiz, y Martinez, 2010). Durante el desarrollo embrionario, influyen factores ambientales como humedad, salinidad, temperatura, tamaño de nidada, intercambio gaseoso, los cuales, entre otros, determinan el éxito de eclosión. El efecto combinado de estos factores da inicio desde el momento en que los huevos son depositados en el nido hasta la emergencia de las crías (Zamora, 1990). La temperatura dentro del nido, tiene una alta influencia en la biología de la especie, afectando de manera directa, la duración de la incubación, la tasa de desarrollo y el éxito de la eclosión, así como el tamaño, comportamiento y sexo de las crías. De modo que en temperaturas bajas la duración de incubación aumenta y la tasa de desarrollo embrionario disminuye; y en temperaturas altas la tasa de desarrollo incrementa y el periodo de incubación disminuye (Gregorio, 2011).

Las tortugas marinas están relacionadas con su ancestro terrestre por realizar el desove y el proceso de incubación en tierra. Después de eclosionar, los neonatos emergen del nido y entran al mar. Los neonatos se caracterizan por tener hábitos pelágicos, acercándose a zonas costeras al comenzar sus etapas de madurez cuando alcanzan tallas de 20-40cm, según la especie (Meylan, y Meylan, 2000).

El crecimiento de las tortugas marinas se caracteriza por ser muy lento, alcanzando su madurez sexual entre los 10 y 50 años, dependiendo de la especie y la zona geográfica donde se desarrollan. La mayor parte de sus vidas la pasan en zonas de alimentación, áreas que se encuentran regularmente lejos de las playas de anidación. Durante la migración hacia los sitios de alimentación, las áreas de anidación y las zonas de desove, ocurren los periodos reproductivos y el apareamiento. En ciertas especies, las hembras guardan el esperma en sus cuerpos por más de una temporada, siendo receptivas a varios machos, por lo que sus huevos presentan paternidad múltiple. Las hembras poseen la característica de reanidación, la cual les permite anidar varias veces en una misma temporada (Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP], 2010).

3.2 Estado de conservación

Todas las especies de tortugas marinas, a nivel mundial, han sido declaradas por organismos internacionales, como especies amenazadas y algunas de ellas como especies en peligro de extinción. Las poblaciones de tortugas marinas se encuentran actualmente amenazadas por distintos factores antropogénicos, tales como la destrucción de hábitat de alimentación, de descanso y de anidación, saqueo y comercialización de huevos, captura incidental, contaminación de los mares, entre otros. También son afectadas por factores naturales como depredación y enfermedades producidas por distintos agentes biológicos como bacterias, hongos, parásitos y virus (Chacón, 2001).

La tortuga Parlama *L. olivácea*, es la especie que sufre más usos comerciales y de las que se trafican más sus huevos. En la costa pacífica de Guatemala se localizan importantes zonas de anidación de la especie de tortuga *L. olivacea*, en donde sus huevos son saqueados y vendidos para consumo humano (Chacón, 2002). La tortuga Parlama está declarada como una especie amenazada y vulnerable, en el listado de la UICN, debido a que sus poblaciones se encuentran en disminución (Meylan, y Meylan 2000).

3.3 La tortuga Parlama *Lepidochelys olivacea*

La especie *Lepidochelys olivacea* se distribuye en la mayoría de los mares tropicales del mundo. Realizando sus movimientos migratorios en mares de regiones subtropicales. Esta tortuga es la

especie más pequeña, alcanzando una longitud promedio de 66 cm de caparazón (Tabla No. 1) y un peso alrededor de las 90 libras. La cabeza es subtriangular y mediana; el caparazón se compone de cinco pares, con un aproximado 6 a 9 divisiones por lado. El caparazón es de coloración verde con manchas oscuras, presenta una superficie inferior de color amarillo y con aletas anteriores más anchas (Burnie, y Wilson, 2011). Su taxonomía se ilustra en la Tabla No. 2.

Tabla No. 1. Biología de la especie *Lepidochelys olivácea*

Nombre común	Parlama
Nombre científico	<i>Lepidochelys olivacea</i>
Longitud promedio (LCC)	66 cm
Frecuencia de anidación	2 veces/temporada
Intervalo de reanidación	17-28 días
Remigración	1-2años
Tamaño nidada promedio	100 huevos/nido
Tamaño de huellas	70-80 cm
Simetría de huella	Asimétrica
Profundidad de nido	Aproximadamente 30-45 cm
Distribución	Pacífico Oriental
Periodo de anidación	Julio-noviembre
Temperatura pivotal	29.13 grados centígrados
Tiempo de incubación	46-65 días

Fuente: Muccio, Ortiz, y Martinez, 2010.

Tabla No. 2. Orden taxonómico de la especie *L. olivácea* (Eschscholtz, 1829)

Clasificación	Nombre
Dominio	Eucaria
Reino	Animalia
Subreino	Eumetazoa
Rama	Bilateria
Filo	Chordata
Subfilo	Vertebrata
Superclase	Gnathostomata
Clase	Reptilia
Subclase	Anapsida
Orden	Testudines
Suborden	Cryptodira
Familia	Cheloniidae
Género	Lepidochelys
Especie	<i>Lepidochelys olivacea</i>

Fuente: Sandoval, 1993.

3.3.1 Reproducción

La tortuga *L. olivacea* alcanza la madurez sexual entre los 10 y 15 años, vive un aproximado de 50 a 60 años. Cada dos años deposita un promedio de 100 huevos por nido, dos veces por temporada (Chacón, 2002), el periodo de anidación en la costa pacífica guatemalteca es en los meses de julio a noviembre, con un pico de actividad en el mes de septiembre (Tabla No. 1).

3.3.2 Amenazas

Por ser especies de ciclo de vida largo, son más vulnerables a la disminución poblacional, debido a su lenta tasa de crecimiento y a los impactos antropogénicos de las que son objeto, según datos de la UICN las amenazas a las que están sujetas estos organismos marinos son:

1. Explotación:

El saqueo de huevos es una práctica realizada por la mayoría de las comunidades costeras que se encuentran ubicadas en sitios de anidación, realizándose de una forma insostenible para la especie. Actualmente existen leyes que prohíben la comercialización de huevos en Guatemala: esta actividad está permitida únicamente en la especie *L. olivácea*, teniendo como obligación la donación del 20% de los huevos, a los viveros de incubación (Marcano, 2013).

2. Impactos en el hábitat:

La destrucción, degradación y transformación de las playas donde anidan, afectan directamente a la especie, debido a que las condiciones naturales para la anidación son transformadas totalmente, de manera que se pierden áreas de desove (Sánchez, 2011).

3. Capturas incidentales:

Las capturas incidentales provocadas por artes de pesca no selectivas, generan un impacto negativo en las poblaciones de tortugas marinas. En América Central se estima que más de 60,000 tortugas son capturadas al año, víctimas de la pesca de arrastre del camarón, considerándose una gran amenaza para la supervivencia de la especie (Shaffer, 1999).

4. Depredación:

Los huevos de tortugas también están sujetos a la depredación natural ocasionada por animales terrestres que habitan el área de anidación, tales como mapaches, perros, gatos y cangrejos (Soria, 2011).

3.3.3 Medidas de conservación para la especie

En el país se han protegido a las tortugas marinas desde hace más de 40 años, por medio de programas de conservación basados en la construcción y utilización de viveros de incubación (tortugarios), situados en distintos departamentos costeros; en donde se reubican los huevos

anidados en las playas, hacia áreas protegidas en donde al nacer los neonatos son liberados al mar (CONAP, 2009).

Los tortugarios consisten en la siembra artificial de nidos dentro de espacios protegidos, el vivero se secciona realizando divisiones de filas a lo largo de un terreno aislado de las condiciones naturales de la playa (Convención Interamericana de Tortugas Marinas [CIT], 2008); es necesario que los viveros de incubación se encuentren ubicados lo más cerca posible de la playa, con la finalidad de reducir los impactos y el tiempo de transporte de los huevos de la playa al vivero, al igual que facilitar el proceso de liberación (Mortimer, 2000). Para evitar depredadores excavadores se recomienda la protección del sitio de incubación por medio de infraestructura que impida su ingreso así como enterrar una tira de red de hilo plástico de 1–2 metros de ancho a una profundidad de al menos 0.5 m a lo largo de la parte interna de la cerca (Mortimer, 2000). Para reducir el riesgo de enfermedades causadas por hongos y bacterias, es necesario no usar el mismo sitio para instalar el vivero dos temporadas consecutivas o realizar cambio de arena (Dueñas, 2010).

Debido al declive poblacional del que son objeto las tortugas marinas, se han utilizado técnicas especiales en el proceso de incubación con cierto grado de éxito. En las costas del Pacífico de Guatemala y otros países, se cree que los tortugarios demasiado cálidos producen solamente crías de sexo femenino, utilizando hojas de cocoteros como techo con la finalidad de sombrear y enfriar los nidos, para obtener una proporción de 50% hembras y 50% machos. En Malasia, se ha logrado incrementar las tasas de eclosión dividiendo las nidadas en grupos de 40 y 60 huevos, sembrándolos en nidos separados. Otra técnica que ha logrado aumentar el éxito de eclosión, es la utilizada en Natal, Sudáfrica, la cual consiste en colocar las nidadas en el interior de canastas de malla cilíndrica construidas con Netlón plástico (Mortimer, *et al.*, 2011).

3.4 Periodo de Incubación

La incubación es el lapso de tiempo que existe entre la puesta de los huevos y la eclosión, sin embargo comúnmente su finalización se delimita al momento de emerger los neonatos a la superficie. En la especie *L. olivacea*, la incubación tiene una duración promedio de 50 días (Muccio, Ortiz, y Martínez, 2010).

3.5 Éxito de eclosión

El éxito de eclosión se refiere al número de crías que eclosionan o rompen su cascarón (igual al número de cascarones vacíos en el nido) calculándose por la formula;

$$\text{Éxito de eclosión} = \left(\frac{\#C}{\#C + \#HS + \#HD + \#Hd} \right) \times 100$$

En donde:

#C = Número de cáscaras vacías (enteras en más del 50%)

#HS = Número de huevos que no se desarrollaron (sin embrión aparente)

#HD = Número de huevos desarrollados (con embrión, tortugas que empezaron a desarrollarse pero que no nacieron)

#Hd = Número de huevos depredados (cáscaras casi completas que contienen un poco de residuo de embrión o de yema), (Chacón, 2007).

4. OBJETIVOS

4.1 General

Generar información que se utilice para el fortalecimiento de programas a nivel nacional y regional, conforme al estudio de las distintas densidades de siembra de huevos de tortuga marina de la especie *Lepidochelys olivacea*.

4.2 Específicos

1. Evaluar el efecto que ejerce la densidad de siembra, sobre el porcentaje de éxito de eclosión en tortuga marina *Lepidochelys olivacea*.
2. Determinar si el efecto de la densidad de siembra influye en la duración del periodo de incubación, de los huevos de *Lepidochelys olivacea*.

5. HIPÓTESIS

1) H₀: La densidad de siembra, no influye en el éxito de eclosión de los huevos de tortuga marina *Lepidochelys olivacea*.

H₁: La densidad de siembra, influye en el éxito de eclosión de los huevos de tortuga marina *Lepidochelys olivacea*.

2) H₀: La densidad de siembra no incide en el periodo de incubación de tortuga marina *L. olivácea*.

H₁: La densidad de siembra influye en el periodo de incubación de tortuga marina *L. olivácea*.

6. METODOLOGÍA

6.1 Ubicación geográfica

Aldea Hawaii del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa, se encuentra localizada entre el canal de Chiquimulilla y el Océano Pacífico a una altura de 5 metros sobre el nivel del mar, con un área aproximada de 8 km², se ubica en la latitud 13°51'58.50" y longitud 90°24'40.87" (Figura No.1) (Reyes, 2014).

Se encuentra ubicada a una distancia de 150 km de la ciudad capital y a 65 km de la cabecera municipal de Chiquimulilla. Para llegar a este lugar se debe tomar la carretera CA-9 en dirección sur, hasta el cruce a Puerto de Iztapa, de allí la carretera rumbo a Monterrico, hasta llegar al kilómetro 158 (Reyes, 2014).

La investigación se realizó en las instalaciones del parque Hawaii -ARCAS-, utilizando los huevos de tortuga *L. olivácea* que se recolectaron, así como un espacio dentro del tortugario #1, donde se sembraron los nidos.



Figura No. 1. Vista satelital del parque Hawaii (Google Earth, 2015)

6.2 Variables

Las variables cuantitativas utilizadas en el experimento fueron 1) la densidad, determinada por el número de huevos en cada nido, 2) eclosión, medido por el porcentaje de tortugas nacidas y 3) tiempo, establecido por el número de días desde la siembra hasta la emergencia del primer neonato (Cuadro No.1).

Cuadro No. 1. Variables cuantitativas

Variable	Indicador
Densidad	# de huevos
Eclosión	%
Tiempo	días

Fuente: Trabajo de campo, 2015.

6.3 Diseño experimental

Bloques completamente al azar

6.3.1 Descripción de los tratamientos

Se llevaron a cabo cuatro tratamientos, los cuales consistieron en la siembra de huevos, en cuatro densidades distintas por nido.

Tratamiento 1: 40 huevos por nido.

Tratamiento 2: 60 huevos por nido

Tratamiento 3: 80 huevos por nido.

Tratamiento 4: Promedio de una nidada completa, 100 huevos (testigo).

6.3.2 Modelo estadístico:

Análisis de varianza

Modelo inicial aditivo:

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

μ = media general alrededor de la cual oscilan los valores de todas las observaciones

α_i = efecto del tratamiento i,j.

ϵ_{ij} = error experimental, variación debida al azar o variación de muestreo

6.3.3 Hipótesis estadísticas

Hipótesis nula: La densidad de siembra, no incide en el éxito de eclosión de los huevos de tortuga marina *L. olivacea*.

Hipótesis alterna: La densidad de siembra, si incide, en el éxito de eclosión de los huevos de tortuga marina *L. olivacea*.

Hipótesis nula: La densidad de siembra, no influye en la duración del periodo de incubación de los huevos de tortuga marina *L. olivacea*.

Hipótesis alterna: La densidad de siembra, si influye, en la duración del periodo de incubación de los huevos de tortuga marina *L. olivacea*.

6.3.4 Número de repeticiones

Se realizaron cuatro repeticiones por tratamiento, durante el experimento, para obtener un grado de libertad igual a 12, para reducir el error experimental.

6.3.5 Tamaño y forma de las unidades experimentales

Para la realización del presente estudio se utilizaron 1,180 huevos de *L. olivacea*, obtenidos de la recolección de nidadas.

Los huevos se distribuyeron dentro de 16 nidos, sembrando: 4 nidos con 40 huevos, 4 nidos con 60 huevos, 4 nidos con 80 huevos y 4 nidos con 100 huevos, en un espacio experimental seccionado exclusivamente para ellos dentro del vivero de incubación del parque Hawaii.

6.3.6 Variable respuesta

- Porcentaje de eclosión por nido
- Tiempo de incubación

6.3.7 Manejo del experimento

Fase 1. Preparación del tortugario de incubación.

Se realizó la preparación del área de estudio, la cual consistió en remover la arena utilizada en la temporada anterior, debido a que al eclosionar los neonatos derraman líquido amniótico, el cual es un vector de enfermedades (hongos y bacterias) y atraen insectos que se aprovechan de los huevos. Se delimitó la superficie de siembra, mediante el uso de una matriz de filas y columnas demarcadas con cuerda, formando un cuadrículado con espacio disponible para los nidos, de un área de 50x50cm (Muccio, Ortiz, y Martinez, 2010). Se efectuó un cambio de palmas en la zona superior y sectores laterales del tortugario, para obtener mejor sombra dentro del lugar de estudio. Se utilizaron etiquetas de marcación, para identificar cada nido.

Fase 2. Obtención y siembra.

Los huevos de tortuga se obtuvieron por medio de patrullajes realizados en la zona de anidación. Para esta forma de obtención fue necesario seguir la siguiente metodología de recolección de huevos de un nido natural (Muccio, Ortiz, y Martinez, 2010):

- a) “Aduéñese” de la tortuga colocándose detrás de ella saliendo del mar. Escriba un círculo grande en la arena sobre la huella de la tortuga indicando que ya tiene “dueño”.
- b) Espere que la tortuga suba la playa, excave su nido y empiece a poner. Se nota cuando empieza a poner cuando cesa todo movimiento.
- c) Aproximadamente 10 minutos después de que la hembra empezó a poner los huevos, excave un túnel diagonal, entrando a la cámara del nido desde atrás. Mientras caen los huevos cuidadosamente retírelos y colocarlos en una bolsa plástica limpia.
- d) Cuando la tortuga termina de poner y empieza a hacer movimiento con las aletas traseras para cubrir el nido, es muy importante asegurar que ha retirado todos los huevos del nido, caso contrario se quedarán enterrados.
- e) El transporte de los huevos al tortugario debe ser en una bolsa plástica con mucho cuidado, evitando que se golpeen, se froten o estén expuestos a calor.

- f) Evitar la manipulación innecesaria de huevos.
- h) No promover el contacto físico con las tortugas por parte de observadores o turistas.

El procedimiento de siembra, se llevó a cabo en un lapso menor de seis horas después de la recolección, para no afectar el proceso embrionario de los organismos. Al momento de iniciar la siembra, se excavó un nido de 30-40 centímetros de profundidad para el caso de la especie *L. olivacea*. Se tomaron datos de cada nido, después de haber sido sembrados, tales como: fecha y hora de siembra, número de nido, cantidad de huevos sembrados, procedencia y especie.

En un lapso de 21 días, se preparó un total de 16 nidos en los cuales se realizó la siembra de 1,180 huevos.

Fase 3. Monitoreo de nidos en periodo de incubación

Durante el periodo de incubación se monitoreó la temperatura de los nidos diariamente tomando tres temperaturas (6am, 12am y 6pm), midiendo con un multímetro la resistencia de la arena del tortugario en kilo ohm, para inferir la temperatura y mantenerlos en un rango estable para el proceso.

Si la temperatura es menor a 26 grados centígrados es precisa la eliminación de sombra sobre el nido, si la temperatura se encuentra mayor a los 33 grados centígrados será requerido evaluar si es necesaria la implementación de sombra en el nido. En periodos de sequías o de temperaturas demasiado altas, es necesaria la irrigación del suelo aplicando 3 galones de agua dulce cada 24 horas, 3 días a la semana como máximo (Muccio, Ortiz, y Martinez, 2010). Es requerido el monitoreo diario del estado del tortugario así como el control de protección contra posibles depredadores.

Fase 4. Liberación de neonatos

Se recolectaron los neonatos que nacieron después del periodo de eclosión, éstos fueron contados, recolectados y liberados en cuanto emergieron del nido.

El sitio de liberación se mantuvo libre de depredadores, estableciéndose en la parte alta de la playa para fomentar la impronta en los neonatos permitiéndoles recolectar parámetros

ambientales necesarios para poder regresar a su playa natal a realizar la anidación. Si los organismos eclosionan en horas del día, estos se recolectarán y serán resguardados en un sitio obscuro y sin agua en el medio, para evitar que naden y gasten energía necesaria para su llegada al mar (Muccio, Ortiz, y Martinez, 2010).

Fase 5. Exhumación de nidos: recolección y análisis de información.

La exhumación de nidos se realizó 3 días después de la primera eclosión, extrayendo el nido en su totalidad, analizando los restos que se encontraban en él.

Durante el proceso de exhumación los huevos fueron clasificados en:

1. Cáscaras
2. Neonatos vivos
3. Neonatos muertos
4. Huevos abiertos
 - a) Con tortugas vivas en proceso de salida
 - b) Con tortugas muertas
5. Huevos cerrados
 - a) Con desarrollo aparente
 - b) Sin desarrollo aparente

La información recolectada durante este proceso fue analizada mediante la fórmula de éxito de eclosión la cual permitió conocer el porcentaje de los huevos eclosionados por nido.

6.3.8 Croquis de campo

Tortugario -ARCAS-:

Utilización de espacio de tratamiento por nidos: tratamiento 1: 40 huevos, tratamiento 2: 60 huevos, tratamiento 3: 80 huevos, tratamiento 4:100 huevos (Figura No.2).

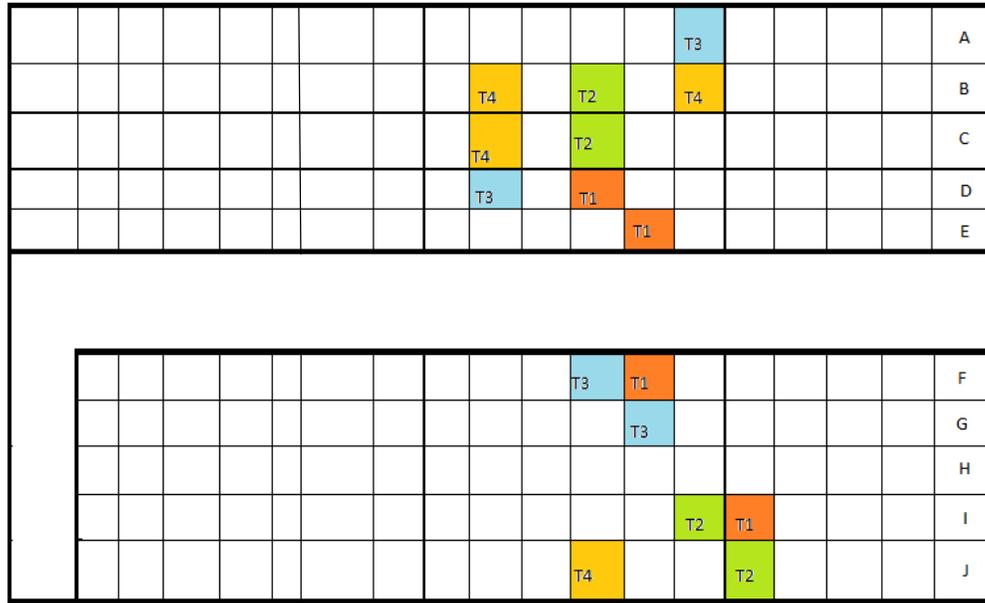


Figura No. 2. Croquis del vivero de incubación, seccionado según los tratamientos (Trabajo de campo, 2015)

6.3.9 Análisis de la información

El análisis de la información se realizó mediante la medición del éxito de eclosión, la cual se obtuvo durante la exhumación del nido, tres días después de la salida del primer neonato del nido, calculándose por la fórmula de éxito de eclosión (Chacón, 2007).

La toma de datos se realizó en el tortugario Hawaii, los cálculos y el análisis se efectuaron en Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, USAC.

Para el análisis estadístico se utilizó análisis de varianza con diseño experimental completamente al azar, debido a que las condiciones del experimento fueron muy homogéneas y era posible la pérdida de alguna de las unidades experimentales.

7. RESULTADOS

7.1 Éxito de eclosión

Después de haber realizado las exhumaciones, se calculó el porcentaje de eclosión por medio de la formula (Chacón, 2007). Los porcentajes de eclosión obtenidos en la repetición 1, 2, 3, y 4 fueron respectivamente: 37.5%, 90.0%, 85.0% y 95.0% en el tratamiento #1; 93,3%, 98.3%, 95.0% y 95.0%, en el tratamiento #2; 85.0%, 95.0%, 93.7%, y 96.3% en el tratamiento #3 y 72.0%, 92.0%, 98.0%, 70.0%, en el tratamiento #4. La media de los valores del éxito de eclosión fue: 76.9% para el tratamiento #1; 95.4% en el tratamiento #2; 92.5% en el tratamiento #3 y 83.0% correspondiente al tratamiento #4 (Cuadro No. 2). Sin embargo no existe significancia entre los tratamientos debido a que el p-valor obtenido del análisis de varianza (Anexo No.1) fue de 0.33 aceptando así la hipótesis nula.

Cuadro No. 2. Porcentaje de eclosión en las cuatro repeticiones (R) de cada tratamiento (D)

	D1 (%)	D2 (%)	D3 (%)	D4 (%)
R1	37.5	93.33	85	72
R2	90	98.33	95	92
R3	85	95	93.75	98
R4	95	95	96.25	70
Promedio	76.9	95.4	92.5	83.0

Fuente: Trabajo de campo, 2015.

7.2 Periodo de incubación

El periodo de incubación fue distinto en cada tratamiento y repetición. Las duraciones del periodo de incubación observadas en la repetición 1, 2, 3 y 4 fueron respectivamente: 52, 44, 45 y 51 días en el tratamiento #1; 48, 50, 49 y 49 días, en el tratamiento #2; 47, 45, 49 y 59 días en el tratamiento #3 y 49, 45, 53 y 54 días en el tratamiento #4 (Cuadro No.3). La media de los valores del periodo de incubación fue: 48 días para el tratamiento #1; 49 días en el tratamiento #2; 50 días en el tratamiento #3 y 50 días en el tratamiento #4. Sin embargo no existe significancia entre los tratamientos debido a que el p-valor obtenido en el análisis de varianza (Anexo No.2) fue de 0.87 aceptando así la hipótesis nula.

Cuadro No. 3. Periodo de incubación en las cuatro repeticiones (R) de cada tratamiento (D).

	D1 (días)	D2 (días)	D3 (días)	D4 (días)
R1	52	48	47	49
R2	44	50	45	45
R3	45	49	49	53
R4	51	49	59	54
Promedio	48	49	50	50

Fuente: Trabajo de campo, 2015.

7.3 Temperatura de la arena

Durante el desarrollo de los nidos, se detectaron dos variaciones importantes en la temperatura de la arena. El primer evento se caracterizó por presentar temperaturas muy altas, superiores a 31.9°C, en las fechas del 7 al 11 de agosto. El segundo evento coincidió con un fenómeno meteorológico de baja presión, el cual ocasionó continuas y fuertes lluvias en los días 17, 18 y 19 de octubre, generando temperaturas menores a los 28°C.

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con el fin de examinar el efecto de la densidad de siembra sobre el éxito de eclosión y la duración del periodo de incubación, se sembraron 4 densidades diferentes y se calculó el porcentaje de eclosión y el periodo de incubación de cada densidad.

Los resultados muestran que el tratamiento de sesenta huevos sembrados por nido es el más eficiente, puesto que éste presenta un porcentaje de eclosión de 95.4%, coincidiendo con una de las densidades de siembra utilizadas en Malasia, en donde han logrado incrementar las tasas de eclosión, dividiendo las nidadas en grupos de 40 a 60 huevos (Mortimer, 2002). Sin embargo, el análisis estadístico de los resultados del éxito de eclosión mostró un p-valor superior a 0.05 indicando que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por esa razón se acepta la hipótesis nula, que indica que la densidad de siembra no incide sobre el éxito de eclosión. Igualmente, el análisis estadístico de los valores del periodo de incubación, mostraron un p-valor superior a 0.05, lo que indica la aceptación de la hipótesis nula, la cual señala que la densidad de siembra no influye sobre la duración del periodo de incubación.

Un p-valor elevado, en ambos casos, indica una diferencia muy baja entre tratamientos, que podría ser causada por la influencia de otros factores diferentes de la densidad, por ejemplo los factores ambientales, como humedad y temperatura. De hecho, en el caso de esta investigación se intentó mantener estables los parámetros ambientales, utilizando un techo de palmas para crear una zona de sombra y monitoreando diariamente la temperatura de la arena del tortugario. Sin embargo no fue posible mantener constante la temperatura, detectando valores muy altos en los primeros días de investigación, debido a que no se pudo regar el tortugario por un mal funcionamiento de la bomba de agua. Además, se detectó otro evento en donde las temperaturas bajaron a causa de un fenómeno de baja presión, el cual originó lluvia fuerte y continua en los últimos días del experimento. Esto demuestra que los nidos sembrados no se desarrollaron bajo los mismos parámetros, debido a que no se sembraron todos en la misma fecha. Así, los primeros nidos sembrados experimentaron el evento de temperaturas elevadas sin experimentar el evento de bajas temperaturas, porque ya habían eclosionado; inversamente, los últimos nidos sembrados no experimentaron el primer evento, pero si el segundo.

Es de conocimiento que temperaturas elevadas afectan el desarrollo de los huevos, causando una disminución en el éxito de eclosión. Además, se piensa que existe una correlación negativa entre temperatura y duración del periodo de incubación (Valverde, *et al.*, 2010).

Estas diferencias podrían haber afectado los resultados de éxito de eclosión y periodo de incubación, siendo importante repetir el mismo experimento bajo condiciones ambientales constantes, sembrando todos los nidos en un lapso de tiempo más breve, preferiblemente en el mismo día. Por esto se necesita una cantidad elevada de huevos, que se puede obtener con mayor facilidad en temporada alta de anidación. Esto evitaría la influencia de otros factores externos para determinar el efecto del parámetro densidad el cual es el único que se pretende variar.

El éxito de eclosión pudo ser afectado también por una diferencia en la manipulación de los huevos, puesto que cada nido podía provenir de la donación de un comunitario o ser encontrado por los guarda recursos. Aunque los guarda recursos traten de reducir el tiempo entre la colecta y la siembra, los comunitarios no siempre entregan el nido rápidamente, lo cual constituye otra variable, afectando los resultados. La resolución de este problema no es fácil y se recomienda un número de repeticiones más alta con el fin de reducir la influencia de la manipulación.

Por último, la genética de cada hembra es otra variable que afecta el éxito de eclosión, puesto que un defecto en el ADN afecta la descendencia. Para excluir esta variable es necesario sembrar en cada nido, huevos provenientes de hembras diferentes.

9. CONCLUSIONES

1. El presente estudio generó información respecto a la influencia del número de huevos sembrados por nido, sobre el porcentaje de éxito de eclosión y periodo de incubación en la especie *L. olivácea*; sirviendo de base, para la continuidad de otras investigaciones que contribuyan en la búsqueda de nuevos métodos para la conservación de la especie.
2. A nuestro saber, este es el primer trabajo de investigación en Guatemala, que estudia la densidad de siembra y sus efectos, en la biología de anidación de la especie *L. olivacea*, en viveros de incubación.
3. Los resultados de la investigación muestran un valor probabilístico (p-valor) superior al 5% en la duración del periodo de incubación y en el éxito de eclosión, indicando que no existe diferencia significativa entre los resultados del experimento.
4. No se pudo establecer una relación entre la densidad de siembra por nido y el éxito de eclosión, aceptando así la hipótesis nula.
5. No se pudo establecer una relación entre la densidad de siembra por nido y la duración del periodo de incubación.

10. RECOMENDACIONES

1. Continuar estudios en esta línea, realizando experimentos donde se consideren otros factores como la época del año, el tipo de arena, la humedad de la arena y sus posibles efectos en el éxito de eclosión.
2. Dar continuidad al estudio, bajo condiciones ambientales constantes, sembrando todos los nidos en un lapso de tiempo más breve, preferiblemente en el mismo día.
3. Evitar la influencia de otros factores externos para determinar el efecto del parámetro densidad.
4. Sembrar cada nido con huevos provenientes de hembras diferentes, para excluir la influencia de la genética materna.
5. Utilizar un número de repeticiones más alto con la finalidad de disminuir la influencia que se ejerce en la manipulación de los huevos.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Ascensión, J. (2015). *Distribución espacial de la tortuga Parlama (Lepidochelys olivacea) en el Pacífico Central y Oeste de Guatemala*. Tesis Lic. Biólogo. Universidad de San Carlos de Guatemala [USAC].
2. Asociación Guatemalteca de Exportadores [AGEXPORT]. (2013). *Programa de protección de tortugas marinas DIPESCA-MAGA/AGEXPORT en playas de Las Lisas y El Chapetón, Santa Rosa* [en línea]. Recuperado mayo 9, 2015, de <http://www.pescaenguatemala.com/programa-de-tortugas-marinas/>
3. Burnie, D., y Wilson, D. (2011). *Animal: The definitive visual guide*. Smithsonian, United States: DK Publishing.
4. Chacón, D. (2001). *Manual para mejores prácticas de conservación de las tortugas marinas en Centroamérica*. (2a. ed.). Estados Unidos: National Fish & Wildlife Foundation, e International Fund for Animal Welfare.
5. Chacón, D. (2002). *Diagnóstico sobre el comercio de las tortugas marinas y sus derivados en el Istmo Centroamericano*. San José, Costa Rica: Red Regional para la Conservación de las Tortugas Marinas en Centroamérica [RCA].
6. Chacón, D., Sánchez, J., Calvo, J., y Ash, J. (2007). *Manual para el manejo y la conservación de las tortugas marinas en Costa Rica, con énfasis en la operación de proyectos en playa y viveros*. Costa Rica: Sistema Nacional de Áreas de Conservación [SINAC], Ministerio de Ambiente y Energía [MINAE].
7. Convención Interamericana de Tortugas Marinas [CIT]. (2008). *Manual sobre técnicas de manejo y conservación de las tortugas marinas en playas de anidación de Centroamérica (Propuesta Base)*. Costa Rica: Autor.
8. Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP]. (2009). *Manual para la conservación de las tortugas marinas en Guatemala, con énfasis en el manejo de tortugarios*. Guatemala: Asociación Rescate y Conservación de Vida Silvestre [ARCAS], y CONAP.
9. CONAP. (2010). *Guía para la conservación de las tortugas marinas de Guatemala, con énfasis en el manejo de tortugarios*. Guatemala: Autor.



10. Gregorio, B. de, y Southwood, A. (2011). Incubation temperatures and metabolic heating of relocated and in situ loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) Nests at a Northern Rookery. *Chelonian Conservation and Biology*, 10 (1), 54–61.
11. Dueñas, C. (2010). *Manual para el manejo de corrales de incubación de huevos de tortugas marinas*. El Salvador: Oficina Técnica en Gestión de Vida Silvestre del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales [MARN].
12. Sandoval, D. I. (1993). *Datos sobre la anidación y conservación de las tortugas marinas: Laúd (Dermochelys coriacea, Linnaeus, 1758), golfina (Lepidochelys olivacea Eschscholtz, 1829) y la prieta (Chelonia agassizii, Bocoort, 1868) durante la temporada de anidación 1992-1993*. México.
13. Marcano, J. (2013). *Amenazas a las tortugas marinas* [en línea]. recuperado mayo 10, 2015, de <http://www.jmarcano.com/biodiverso/endanger/tortuga/amenaza.html>
14. Meylan, A., y Meylan, P. (2000). *Introducción a la evolución, historias de vida y biología de las tortugas marinas en técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas*. México: Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE.
15. Mortimer, J. A. (2000). *Grupo especialista en tortugas marinas: Reducción de las amenazas a los huevos y a las crías / Los viveros* [en línea]. Recuperado mayo 3, 2015, de http://college.holycross.edu/faculty/kprestwi/chelonia/pubs/3_book_chapters/31_Mortimer_Spanish.pdf [2015, 03 de mayo]
16. Mortimer, J. A., Zaid, A., Safee, K., Dzuhari, D., Sharma, D. S. K., y Alkanathan, S. (2011). *Evaluation of the practice of splitting sea turtle egg clutches under hatchery conditions in Malaysia* [en línea]. Recuperado mayo 3, 2015, de http://www.ioseaturtles.org/bibliography_search_detail.php?id=1812
17. Muccio, C., Ortiz, L., y Martínez, J. (2010). *Guía para la conservación de tortugas marinas en Guatemala, con énfasis en el manejo de tortugarios*. Guatemala: ARCAS y CONAP, 61 páginas.
18. Reyes, D. (2014). *Informe final del Ejercicio Profesional Supervisado, realizado en parque Hawaii, Hawaii, Chiquimulilla, Santa Rosa*. Guatemala: USAC.
19. Rivas, B. (2002). *Evaluación del efecto de la profundidad sobre el éxito de la eclosión de los huevos de tortuga parlama (Lepidochelys olivácea), bajo condiciones controladas,*



en la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico, Taxisco, Santa Rosa, Guatemala.
Tesis Lic. Biólogo. Guatemala: USAC.

20. Sánchez, R. A. H (2011). *Evaluación de la importancia ecológica de la tortuga lora (Lepidochelys olivacea) (Eschscholtz 1829) en el aporte de energía durante eventos de arribadas en playa Ostional, Guanacaste.* Tesis Maestría en Ciencias Marinas y Costeras. Costa Rica: Universidad Nacional.
21. Shaffer, G. (1999). United states-import prohibition of certain shrimp and shrimp products. *American Journal of International Law*, 507-514.
22. Soria, C. (2011). *Tortuga golfina (Lepidochelys olivacea)* [en línea]. Recuperado mayo 11, 2015, de http://www.animalesextincion.es/articulo.php?id_noticia=000108&titulo=Tortuga_Golfina_%28Lepidochelys_olivacea%29
23. Valverde, R. A., Wingard, S., Gómez, F., Tordoir, M. T., y Orrego, C. M. (2010). Field lethal incubation temperature of olive ridley sea turtle *Lepidochelys olivacea* embryos at a mass nesting rookery. *Endangered Species Research*, 12 (1), 77-86.
24. Zamora, R. (1990). *Relación de la humedad del ambiente incubatorio en el avivamiento de Chelonia agassazi en la playa de Cólola, Michoacán.* Tesis Biólogo. México: Universidad de San Nicolás de Hidalgo.



12. ANEXOS

Anexo No.1. ANOVA de un factor para datos de porcentaje de eclosión.

<i>Mean</i>	<i>n</i>	<i>Std. Dev</i>	
76.875	4	26.5656	D1 (40%)
95.415	4	2.0967	D2 (60%)
92.500	4	5.1031	D3 (80%)
83.000	4	14.0949	D4 (100%)
86.948	16	15.6690	Total

ANOVA table

<i>Source</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>
Treatment	878.2673	3	292.75577	1.25	.3343
Error	2,804.5014	12	233.70845		
Total	3,682.7687	15			

Anexo No.2. ANOVA de un factor para datos de días de incubación.

<i>Mean</i>	<i>n</i>	<i>Std. Dev</i>	
48.0	4	4.08	D1 (40%)
49.0	4	0.82	D2 (60%)
50.0	4	6.22	D3 (80%)
50.3	4	4.11	D4 (100%)
49.3	16	3.93	Total

ANOVA table

<i>Source</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>
Treatment	12.69	3	4.229	0.23	.8723
Error	218.75	12	18.229		
Total	231.44	15			