

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA

**Determinación del Éxito de Eclosión en los Huevos
de la Tortuga, Lepidochelys olivacea (Eschscholtz, 1928),
bajo dos Condiciones de Incubación Seminatural.**

Presentado por:

Yaniré Isineth Graell Caballero
8-473-882

Juan Eduardo Blas Oviedo
PE-6-892

**Trabajo de graduación presentado a la Escuela de Biología
como requisito parcial para optar por el título de Licenciado
en Biología, con especialidad en Zoología.**

1998

23 MAR 1999

211ACAB

8043 e.1 abs.
RJT 2700

DEDICATORIA

El presente trabajo de graduación va dedicado en primer lugar a mi Dios, por todas las cosas maravillosas que me ha regalado a lo largo de mi vida y por haberme iluminado en todo momento a culminar mi trabajo de graduación.

A mis padres, Simón y María quienes con su inmenso amor , enseñanzas y apoyo incondicional son y seran el eje principal que me motiva a iniciar y culminar mis metas.

A mi abuelita "Chica", quien con sus atenciones, cuidados y consejos supo formar en mí principios y valores, los cuales me han permitido ser una persona de bien.

A mi hermanita, niyiret con quien sé, puedo contar en todo momento y es una persona muy importante en mi vida con la cual he compartido momentos de alegría y tristeza.

A todos mis amigos y amigas, quienes con su paciencia y cariño han sabido escucharme y comprenderme en los diferentes momentos de mi vida.

Con todo mi amor y cariño, YANIRÉ ISINETH

A Dios, creador de todo lo hermoso que existe en la Tierra, a quien estaré eternamente agradecido.

A mis padres, Ricardo y Carmen, por su apoyo incondicional; por haberme inculcado siempre valores éticos y morales, su sencillez, humildad y sobre todo el deseo de superación. A ellos mil gracias.

A mi abuelita Viviana, mis hermanos Ricardo y Viviana, con quienes compartí triunfos y fracasos durante toda mi infancia y juventud.

A mi esposa, Patricia, que sin su apoyo o amor y comprensión me hubiese sido difícil culminar esta etapa de mi vida.

A mi hijo, Eduardo Rafael, fuente de inspiración; motor que me impulsa a seguir adelante, para que conozca que en la vida todo es sacrificio y que nada es imposible si uno se lo propone.

A Frank y Adriano, quienes siempre me brindaron verdadera amistad.

JUAN E. BLAS O.

AGRADECIMIENTO

A Dios ante todo, por habernos iluminado y protegido durante la realización del presente trabajo y también por permitirnos alcanzar una más de nuestras metas.

A nuestra querida profesora asesora, Letty Pittí de Wong, quien con sus sabios consejos, dinamismo y profesionalismo supo orientarnos y apoyarnos en todo momento.

A nuestras queridas compañeras: Ivana Valenzuela y Maryuli Torres, con quienes trabajamos en conjunto, que sin su ayuda y apoyo nos hubiese sido difícil lograr nuestros objetivos.

A la Asociación Educativa Pro-Ambiente (AEPRAM) y el Comité Ambiental de Alanje, quienes a través de un convenio firmado entre ambas partes, nos permitieron utilizar el proyecto y sus instalaciones para la realización de este estudio dentro de la Playa.

A nuestros respetados profesores: Eunice de Morris, Demetrio Miranda y Marcos Tem, quienes a través de sus conocimientos y experiencias, siempre nos brindaron su apoyo incondicional.

A la Escuela de Biología de la Universidad Autónoma de Chiriquí y a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por permitirnos utilizar algunos equipos y reactivos.

Al Señor Eliecer Castro y su Señora María de Castro, encargados del Proyecto de Tortugas de Playa La Barqueta, por su hospitalidad y compañía durante nuestra estadía y recorridos nocturnos.

Y a todos nuestros compañeros y amigos que de una u otra manera contribuyeron y nos motivaron con su voz de aliento, en la culminación de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xiii
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	5
1. Características Generales del Orden Testudines	5
2. Biología de <u>Lepidochelys olivacea</u>	9
2.1. Taxonomía.....	9
2.2. Distribución Geográfica.....	10
2.3. Alimentación.....	11
2.4 Reproducción.....	11
2.5 Depredación.....	14
3. Importancia de la incubación artificial en la conservación de Tortugas	16
3.1 Factores físicos en incubación de tortugas y su efecto en el índice de natalidad.....	18
3.1.1. Temperatura.....	18

3.1.2. Humedad.....	21
3.1.3. Intercambio Gaseoso.....	24
3.1.4. Sustrato.....	25
MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
A. Método de Muestreo.....	28
B. Condiciones de Incubación.....	28
b.1. Condición de incubación seminatural (A).....	28
b.2. Condición de incubación seminatural (B).....	31
C. Control de Depredación.....	31
D. Parámetros Físicos.....	33
d.1. Temperatura.....	33
d.2. Humedad.....	35
d.3. pH.....	35
d.4. Sustrato de Incubación.....	36
E. Distribución de los huevos en los sistemas de incubación.....	36
F. Métodos Estadísticos.....	39
RESULTADOS.....	40
1. Condición de Incubación Seminatural (A).....	40
2. Condición de Incubación Seminatural (B).....	40
3. Control de Depredación.....	43
4. Parámetros Físicos.....	46

4.1. Temperatura.....	46
4.2. pH.....	53
DISCUSIÓN.....	61
CONCLUSIÓN.....	83
RECOMENDACIONES.....	84
BIBLIOGRAFÍA.....	86
ANEXOS.....	94

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Registro del período de incubación y huevos eclosionados de <u>L. olivacea</u> en la condición de incubación seminatural A.....	41
Cuadro 2: Registro del período de incubación y huevos eclosionados de <u>L. olivacea</u> en la condición de incubación seminatural B.....	44
Cuadro 3: Registro de temperaturas promedio en diferentes períodos del día en la condición de incubación seminatural A.....	47
Cuadro 4: Registro de temperaturas promedio en diferentes períodos del día en la condición de incubación seminatural B.....	51
Cuadro 5: Registro del pH en ambas condiciones de incubación seminatural.....	54
Cuadro 6: Registro de Fluctuaciones de temperatura en la condición seminatural A.....	57
Cuadro 7: Registro de las fluctuaciones de temperatura en condición seminatural B.....	58
Cuadro 8: Porcentaje de eclosión, en huevos de <u>L. olivacea</u> en ambas condiciones de incubación seminatural.....	59
Cuadro 9: Comparación del total de huevos incubados en relación con el número de huevos eclosionados de <u>L. olivacea</u> , en ambas condiciones seminatales.....	67
Cuadro 10: Registro final de eclosión por nido de <u>L. olivacea</u> en ambos sistemas de incubación seminatural.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

En el Texto:

Figura 1. Ubicación del Refugio de Vida Silvestre, Playa La Barqueta, Alanje.....	30
Figura 2. Diagrama utilizado para la construcción de los nidos en la incubación seminatural A.....	32
Figura 3. Caja utilizada para incubación de los huevos, en la condición B.....	32
Figura 4. Método utilizado para el intercambio gaseoso y control de depredación en la condición B.....	34
Figura 5. Mallas utilizadas para el control de depredación en la condición A.....	34
Figura 6. Tipos de Tamices.....	37
Figura 7. Posición de los huevos colectados posterior a la ovoposición.....	37
Figura 8. Sistema de identificación de cada nido en el sistema de incubación A.....	38
Figura 9. Período de incubación de huevos de <u>L. olivacea</u> en la condición A.....	42
Figura 10. Registro de eclosión de huevos de <u>L. olivacea</u> en la condición A.....	42
Figura 11. Período de incubación de huevos de <u>L. olivacea</u> en la condición B.....	45
Figura 12. Registro de la eclosión de huevos de <u>L. olivacea</u> en la condición B.....	45
Figura 13. Temperaturas promedio registradas durante la mañana, en el sistema seminatural A.....	48

Figura 14. Temperaturas promedio registradas durante la tarde, en el sistema seminatural A.....	48
Figura 15. Temperaturas promedio registradas durante la noche, en el sistema seminatural A.....	49
Figura 16. Temperaturas promedio registradas durante la mañana, en el sistema seminatural B.....	49
Figura 17. Temperaturas promedio registradas durante la tarde, en el sistema seminatural B.....	52
Figura 18. Temperaturas promedio registradas durante la noche, en el sistema seminatural B.....	52
Figura 19. Registro de pH promedio en ambas condiciones de incubación seminatural.....	55
Figura 20. Porcentaje de eclosión, en huevos incubados de <u>L. olivacea</u> , en ambas condiciones seminaturales.....	60
Figura 21. Comparación del número de huevos eclosionados de <u>L. olivacea</u> incubados en las dos condiciones seminaturales.....	64
Figura 22. Registro de la temperatura durante la mañana, en ambas condiciones seminaturales.....	65
Figura 23. Registro de la temperatura durante la tarde, en ambas condiciones seminaturales.....	65
Figura 24. Registro de la temperatura durante la noche, en ambas condiciones seminaturales.....	68
Figura 25. Registro de eclosión por nido de <u>L. olivacea</u> en la condición de incubación seminatural A.....	69
Figura 26. Registro de eclosión por nido de <u>L. olivacea</u> en la condición de incubación seminatural B.....	72
Figura 27. Registro final de eclosión por nido de <u>L. olivacea</u> en ambas condiciones de incubación.....	73

Figura 28. Relación entre la temperatura y el período de incubación en la condición seminatural B.....	76
Figura 29. Cajas de Tukey, donde se compara el número de huevos no eclosionados en ambas condiciones de incubación seminatural.....	78
 En Anexos:	
Figura 30. Distribución de los huevos en ambas condiciones de incubación seminatural.....	95
Figura 31. Equipo y reactivos utilizados para medir el pH de ambos sustratos de incubación.....	96
Figura 32. Tortuga Lora, <u>Lepidochelys olivacea</u>	96
Figura 33. Llegada de la Tortuga Lora, <u>Lepidochelys olivacea</u> a ovopositar.....	97
Figura 34. Tortuga lora, <u>Lepidochelys olivacea</u> desovando.....	97
Figura 35. Tortuga Lora, en su retorno al mar, después del desove.....	98
Figura 36. Tortuga Lora, encontrada a orillas de la playa víctima de la depredación.....	98

RESUMEN

Las tortugas marinas, al igual que un sin número de especies faunísticas, han estado sujetas a diferentes grados de explotación, y ésto ha sido uno de los factores que ha contribuído a que las mismas se encuentren en vía de extinción.

La tortuga marina, Lepidochelys olivacea, no es la excepción al problema. Es por eso que, el presente trabajo de investigación contribuyó a la creación de ambientes de incubación más propicios para el desarrollo embrionario de la mayor cantidad de huevos. Esto permitió aumentar el índice de natalidad y contribuyó a perpetuar una especie en peligro, mediante el establecimiento de estrategias adecuadas de manejo y conservación.

La investigación se realizó en playa "La Barqueta", ubicada en el distrito de Alanje, y el área de muestreo se limitó a los puntos principales de anidación de dicha playa. Se localizaron 10 nidos, los cuales fueron trasladados al refugio en donde se procedió a su distribución en las dos condiciones de incubación seminatural.

Se pudo observar un mayor índice de natalidad en la condición **B**, en la cual se utilizaron cajas de estereofóam y se controlaron factores como humedad, higiene y temperatura, éstos contribuyeron a un ambiente óptimo para una mayor eclosión de huevos. Sin embargo, en la condición **A**, los huevos fueron solamente trasladados al área experimental donde se desarrollaron en forma natural.

En esta condición el índice de natalidad fue menor. Se observó que las condiciones climáticas tales como: temperatura elevada y falta de humedad fueron factores determinantes para una marcada diferencia en la eclosión de huevos para dicha condición.

Dichos resultados permiten señalar a la condición B de incubación como favorable para la incubación de huevos en áreas tan secas como la costa pacífica y en periodos críticos naturales como es el caso del Fenómeno del Niño. Esta condición de incubación eleva las probabilidades de que un mayor número de ejemplares regresen al mar y puedan llegar al estado adulto.

INTRODUCCIÓN

Mucho se ha hablado del éxito evolutivo que han tenido las tortugas, por el hecho de que han habitado desde el período triásico hasta nuestros días. Por ésta razón han sido un grupo muy estudiado por científicos e investigadores de todas partes del mundo, tomando en cuenta diversos aspectos como: distribución geográfica, diversidad, comportamiento, reproducción entre otros.

Se conoce con certeza que las primeras tortugas fueron de hábitos terrestres y posteriormente adquirieron características morfológicas específicas para conquistar ambientes acuáticos o marinos (Ferri, 1991).

Esta investigación ha sido enfocada principalmente a la conservación de las tortugas marinas, específicamente en Lepidochelys olivacea, debido a que es la especie más amenazada a extinguirse dentro de su grupo por la gran demanda (piel, carne y huevos) a la que ha estado sometida a través del tiempo.

Llama profundamente la atención la gran capacidad de migración que poseen las tortugas marinas, recorriendo grandes distancias desde los lugares en que se alimentan hasta las costas, pues es en ellas donde nacen y a donde regresan para reproducirse, según reportes y estudios preliminares realizados con tortugas marcadas (Márquez, Villanueva y Contreras, 1973).

Aún no se conoce con certeza el método de discriminación utilizado por las tortugas, pero se cree que puede ser visualmente a través de características terrestres especiales (Janzen, 1991).

Por otro lado, algunos señalan que las tortugas marinas como es el caso de L. olivacea emergen influenciadas por el viento (Carr, 1967; Rebel, 1974; Schultz, 1975).

Según Hughes and Richard (1974), factores como lluvias y su combinación con los afluentes de ríos pueden favorecer la búsqueda y reconocimiento de las playas cada año para anidar.

Los anteriores autores junto con Marquez et al, (1976) y Carr, (1967), comentan que las tortugas emergen basadas en las fases de la luna; durante el cuarto menguante y cuarto creciente. Esta ocasiona cambios en la marea y estimula a la tortuga para que se dirija hacia la arena cuando la marea está subiendo.

Las tortugas marinas ponen sus huevos cada año a un promedio de cien huevos por nido. Además las hembras pueden conservar los espermatozoides del macho y poner huevos fértiles hasta cuatro años después del último apareamiento (Dauner, 1990).

El tiempo de incubación en la mayoría dura aproximadamente dos meses y emergen generalmente de noche, cuando las temperaturas son más favorables.

La dieta de los juveniles (hábitos bentónicos) y adultos (hábitos pelágicos) de L. olivacea es principalmente carnívora (Marquéz, 1996).

Por otro lado, Bellairs y Parker (1975), señala que la mayor parte de las tortugas marinas son omnívoras: comen medusas, moluscos, crustáceos, peces y algas.

Definitivamente que una vez nacidas las tortugas y llegadas al mar, deberán luchar por su supervivencia contra los depredadores, clima y contaminación para poder alcanzar el estado adulto.

A través de esta investigación se buscó comparar ambientes de incubación diferentes que puedan asegurar el desarrollo embrionario de la mayoría de los huevos, aumentando de esta forma el índice de natalidad. De esta manera se asegura el reintegro de los neonatos al mar, para que haya mayor probabilidad de que los mismos alcancen la madurez sexual.

Además queremos resaltar la importancia de la tortuga marina, Lepidochelys olivacea, como un recurso marino propio de nuestro país, que llega a las costas de nuestra provincia.

Por consiguiente, objetivos de conservación deben establecerse con prioridad, mediante la implementación de leyes y medidas que ayuden a mantener el desarrollo y crecimiento de L. olivacea.

Estamos convencidos que mediante un uso racional del recurso y con apoyo a alternativas de manejo se establecerían estrategias adecuadas de conservación que contribuirían a perpetuar la especie.

REVISION BIBLIOGRÁFICA

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ORDEN TESTUDINES

Las tortugas son consideradas como uno de los reptiles más antiguos, ya que se han conocido fósiles desde el triásico superior (Bellairs, 1975).

Dauner (1990), señala que actualmente el orden testudines o quelonio está constituido por unas 250 especies de ambientes terrestres, dulceacuícolas y marinos, agrupadas en unos 70 géneros.

La mayoría de las especies terrestres y acuáticas habitan en las regiones tropicales y subtropicales del globo, y en las que las temperaturas medias diurnas no suelen descender de los 18 grados celsius.

Según Bellairs (1975) las tortugas presentan un cráneo anápsido, pero generalmente con la región temporal recortada. Las mandíbulas carecen de dientes y tienen un pico córneo. El caparazón está formado generalmente por escudos o láminas epidérmicas y por placas óseas e incorpora las costillas que son externas a las cinturas. Clavículas e interclavículas están incorporadas al plastrón; el esternón falta. Las vértebras troncales están reducidas en número y se hallan típicamente anquilosadas al caparazón. La abertura cloacal es oval o longitudinal; el macho tiene un pene mediano único.

La respiración de las tortugas marinas es pulmonar y también se da a nivel de la cloaca.

Según Dauner (1990), las tortugas marinas pueden preferir las cálidas aguas tropicales o templadas del Mar Mediterráneo. Son grandes viajeros transoceánicos muy abundantes en épocas pasadas, encontrándose actualmente en peligro de extinción, debido a la acción directa e indirecta del hombre.

Las tortugas marinas se agrupan en dos grandes familias: Cheloniidae y Dermochelyidae. La familia Cheloniidae cuenta con varios géneros, entre los que encontramos a Lepidochelys, siendo ésta la especie L. olivacea utilizada en la realización de la investigación.

Según Pritchard (1979), las tortugas pudieron haber superado cataclismos que ocurrieron en el periodo Pérmico hace 150 millones de años (mesozoico), donde conservaron características anatómicas y biológicas primordiales.

Filogenéticamente los quelonios o testudines surgen de un pequeño grupo de cotilosaurios que se extinguió en el Triásico (hace más de 200 millones de años). Algunos registros fósiles demuestran que los cotilosaurios eran de origen Sudafricano y los científicos lo llamaron Euronotosaurio africano, considerado actualmente como el ancestro de las tortugas (Pritchard, 1979).

Los primeros verdaderos fósiles de los actuales quelonios fueron encontrados impresos en las rocas del triásico superior en Alemania, dándole el nombre de Triasoquélidos. Algunos presentaban láminas óseas en el caparazón y el peto semejante a la conformación anatómica de las actuales tortugas marinas.

La principal característica que unía a los triasoquélidos con los cotilosaurios era la presencia en el paladar de pequeños dientes. Desde entonces evolucionaron tortugas de diferentes formas.

Minelli (1988), señala que durante el período Cretácico vivió una tortuga marina que medía aproximadamente 6 metros, **el Archelon**, según registros fósiles.

Según Ferri (1991), en cuanto a la filogenia de los quelonios, resulta difícil conocer con exactitud el porqué de su éxito evolutivo por el hecho de no presentar grandes cambios por más de 150 millones de años.

Sin duda, su gran éxito se debe a la presencia de la concha o caparazón, lo que les permite protegerse de depredadores y del medio en que viven. Actualmente se conoce que las tortugas con concha y patas más pequeñas son las menos vulnerables, debido a que están equipadas para la fuga y el ataque. Además, características morfológicas como cabeza retráctil en la concha y peto móvil han favorecido su evolución.

La desaparición de los dientes en las formas actuales por un pico córneo favoreció la dieta de las mismas, siendo omnívoras por excelencia y difundiéndose en todos los ambientes disponibles adaptándose a los distintos climas.

Se sabe que los primeros quelonios eran de hábitos terrestres y posteriormente prevalecieron las formas acuáticas y semiacuáticas (Ferri, 1991).

Es cierto que las características anatómicas y biológicas han contribuido a la existencia de las tortugas en la actualidad, pero también es cierto que están afrontando el peor de los depredadores: el hombre, quien pone cada vez más en peligro, la existencia de la especie en un futuro.

2. BIOLOGÍA DE LA Lepidochelys olivacea

2.1 Taxonomía

La tortuga marina, Lepidochelys olivacea es conocida como tortuga golfinia en Mexico, ridley en el pacífico y Estados Unidos, tortuga bastarda en las Antillas y tortuga mulato o lora en Costa Rica y mulato en nuestro país. Esta especie presenta la siguiente clasificación taxonómica:

REINO: Animal

SUB REINO: Metazoa

PHYLUM: Chordata

SUB PHYLUM: Vertebrata

SUPER CLASE: Tetrápoda

CLASE: Reptilia

SUB CLASE: Anápsida

ORDEN: Testudinata

SUB ORDEN: Cryptodira

SUPER FAMILIA: Chelonidae

FAMILIA: Chelonidae

GENERO: Lepidochelys

ESPECIE: olivacea

2.2 Distribución Geográfica

Pritchard (1979), señala que Lepidochelys olivacea se encuentra ampliamente distribuída en las tropicales aguas del pacífico índico y en la parte sur del océano atlántico. En la parte este del océano pacífico se han encontrado nidos desde la cercanía de Topalobampo, Sonora hasta Panamá y Costa Rica.

En nuestro país Crastz y otros (1985), señalan que en la costa pacífica se presenta ésta especie, como es el caso de la playa "La Barqueta" en Chiriquí. La distribución geográfica también abarca lugares como la costa de Veraguas, Isla Caña en los Santos y eventualmente en playa Farallon, San Carlos, Gorgona y Punta Chame.

Pritchard (1979), señala que se han reportado crías en el Norte de Australia, entre la península de Gove y la península de Coburg, Bathurst, islas de Melville, en muchas partes de Indonesia, en Malasia, en las islas Bonin, en el meridional, parte sur de Japón y el sur de Vietnam. En el océano índico es propia de Karachi, el Seychelles, y Sri Lanka. En el este de Africa, George Hughes, norte de Mozambique y norte de Madagascar. En el este del atlántico se han reportado nidos de Lepidochelys olivacea en Senegal y Zaire, mientras que en sur américa los nidos de esta especie son considerablemente numerosos en Guayana y Guinea Francesa.

2.3 Alimentación

Se sabe que esta especie es carnívora, debora todo tipo de peces, moluscos y crustáceos. Sin embargo, Janzen (1991), menciona que los primeros informes decían que su dieta consistía, principalmente de vegetales. Pero considerando las frecuentes observaciones de las loras realizadas por Carr (1984) en el mar abierto y los pocos exámenes superficiales de los contenidos estomacales, parecería que el pescado, los moluscos, equinodermos, medusas y especialmente los cangrejos pelágicos son sus hábitos alimenticios más importantes. Pritchard (1979), además señala que su dieta incluye pequeños camarones y caracoles. Según investigaciones realizadas por Donoso (1966), la Lepidochelys olivacea en condiciones de cautiverio se alimenta de pan, carne y peces.

2.4 Reproducción

En todas las tortugas los sexos suelen estar separados presentando un dimorfismo sexual, basado en muchas especies en las distintas relaciones dimensionales entre la longitud del caparazón, peto y peso. Generalmente en los machos, la cola es más larga y delgada, siendo más robusta en la base. Poseen un gran y único órgano copulador, muy dilatado. Este se encuentra en la parte posterior de la cloaca.

La fecundación es siempre interna y se lleva a cabo tras un acercamiento principal, en el que pueden emitir bufidos, silbidos y rugidos.

Ferri (1991), señala que es cierto que los espermatozoides se conservan en un apéndice de tramo genital femenino y pueden seguir fecundando los huevos, emitidos poco a poco, durante al menos cuatro años luego de la cópula.

Lepidochelys olivacea es la especie que llega en mayor abundancia a nuestra playa a ovopositar.

El fenómeno de nidificación sincronizada en masa, donde miles de tortugas emergen juntas es muy típico de esta especie. En algunos sitios como la costa pacífica de Costa Rica sucede ésta actividad, llamada en américa latina como "Arribadas o Salidas", donde en playas como Nancite se ha calculado cerca de 120,000 individuos anidando por períodos de 4 a 8 días desde julio a diciembre (Hughes and Richard, 1974).

En playa La Barqueta no se da el fenómeno de anidación masiva " arribadas ", por el contrario se observan durante las noches de invierno tortugas desovando de forma solitaria cada noche.

El proceso de desove toma aproximadamente 50 minutos [(Cornelius, 1975 citado en Janzen 1991)]. Las tortugas emergen del mar dirigiéndose hacia la línea de vegetación de la costa formada por el pasto corto. En su desplazamiento hacia la línea de vegetación en la arena la tortuga suele a detenerse varias veces. Alcanza la meta en la arena, entre el pasto, empiezan sus extremidades un activo trabajo de excavación, en el cuál son más eficientes las

extremidades posteriores. El hoyo resulta en consecuencia más profundo detrás de la tortuga que delante.

Después de una corta pausa en la cual la tortuga con la cola tantea distintas zonas de la arena, en apariencia para apreciar, la calidad y firmeza del terreno empieza a excavar el nido. Inclínándose sucesivamente de derecha a izquierda y viceversa, junto con apoyar el borde exterior del caparazón la arena blanda es removida, con una y otra de las patas posteriores. El hoyo resulta muy ancho y asimétrico. Cuando el hoyo está terminado, cosa que resulta cuando las extremidades llegan a lo más profundo, la excavación cesa. La tortuga alarga su cola y cloaca. La cola es orientada verticalmente dentro del hoyo. La cloaca que se ha prolongado bastante en éste acto, empieza a depositar los huevos con alternancias de 4 a 10 segundos, ya sea uno o en grupos de dos, tres, cuatro o más frecuentemente dos o tres. Depositados los huevos, la tortuga empieza a remover la pared de arena que la rodeaba. Desde el momento que la tortuga deja el agua ocurre el curioso fenómeno del llanto. Las tortugas durante todo este período y en la postura secretan abundantes lágrimas. Estas se producen en unas glándulas localizadas encima de cada ojo cuya función es excretar grandes cargas de sal ingeridas en su comida, ya que el riñón de estos animales no produce una orina concentrada como lo hace el riñón de los mamíferos (Hickmann, Robert y Hickmann 1993).

Para cubrir los huevos la tortuga selecciona la arena más seca colocándola sobre la superficie, camufla el nido y vuelve al mar. La profundidad del nido es

aproximadamente de medio metro. El diámetro lateral oscila entre 178 a 205 mm. y el diámetro anteroposterior entre 250 a 304mm. El número de huevos depositados oscila entre 72 a 132. El diámetro de los huevos varía entre 32 a 45 mm.; con un promedio de 37mm (Carr, 1992).

Observaciones realizadas por Pritchard (1979), indican que L. olivacea una vez comienza a ovopositar es imperturbable, permitiendo así que las tortugas se puedan marcar. Además señala que las arribadas son frecuentes en muchos sitios del pacífico y que solo una arribada en el atlántico se ha confirmado en una pequeña playa llamada Eilanti, en el oeste parte de la costa en Surinam, cerca a la montaña del río Marouijne separando Surinam de Guinea Francesa.

2.5 Depredación

Entre algunos depredadores de los huevos de Lepidochelys olivacea podemos señalar a los coyotes (Canis latrans), los mapaches (Procyon sp.), las zariguellas (Didelphis marsupiales) y los zopilotes (Nasua narica).

Los principales depredadores de las neonatos, cuando todavía están en la playa, son dos especies de buitres (Coragups atratus) y (Cathartes aura) y dos especies de cangrejos (Geocarcinus quadratus) y (Ocypode occidentalis). Las aves tijereta (Fregata magnificens) son extremadamente eficientes para atrapar las pequeñas tortuguitas cuando están

emergiendo (Janzen, 1991). Los tiburones son más activos en la zona de oleaje y es probable que un sin número de otros depredadores acuáticos ataquen a las tortugas jóvenes. No se descartan tortugas como depredadoras pues, por ejemplo se han encontrado crías de tortuga lora en el estómago de tortugas baulas (Dermochelys coriacea) (Pritchard, 1971).

Carr (1992), señala que los pescados rojos y la trucha marina también consumen a las pequeñas tortugas.

3. IMPORTANCIA DE LA INCUBACIÓN ARTIFICIAL EN LA CONSERVACIÓN DE TORTUGAS

La incubación artificial ha sido utilizada frecuentemente en áreas de anidación de tortugas, como una estrategia de conservación, sobre todo cuando las condiciones climáticas son adversas o no son constantes.

Según especialistas del Ministerio de Recursos Naturales y del Ambiente (MARENA), en Managua, Nicaragua indicaron que el Fenómeno Atmosférico de El Niño está provocando una drástica reducción en la eclosión de huevos de tortugas en las playas, donde el 83.75 % de los huevos no lograron transformarse en crías. Este fenómeno ha provocado un recalentamiento en las aguas del Pacífico.

Por esta y otras razones es necesario incorporar métodos de incubación artificial. Uno de los métodos de incubación artificial de huevos es la utilización de cajas de estereofóam.

Otro de los métodos es la creación de viveros que quizás deliberadamente podría incrementar la producción de hembras y puede beneficiar a áreas en donde la depredación es elevada.

De acuerdo a Mrosovsky (1983), las cajas de estereofóam pueden llegar a convertirse en una de las mejores alternativas de conservación, ya que proporcionan una mayor protección contra depredadores, son fáciles de manejar e inspeccionar en caso de pudrición de huevos, son lavables, no son caras y lo más importante es que el porcentaje o tasa de eclosión es de 95% (Woody, 1981).

Este método ha sido utilizado en investigación en ambas costas de México, en los Estados Unidos, en Surinam, Guinea Francesa, Grenadines (Yntema y Mrosovsky, 1979, 1982) y actualmente con este proyecto de investigación en Panamá.

Según Marquéz (1978), en México las tasas de incubación en cajas de estereofóam para Lepidochelys kempí dio un 10% de mejoramiento. En Surinam, la tasa de eclosión osciló entre 80-92% en tortuga Chelonia mydas y, para Dermochelys coriacea la tasa fue de 54% en donde en anidaciones naturales el porcentaje es más bajo (Schultz, 1975). Los autores mencionados fueron citados en Mrosovsky (1983).

3.1 Factores físicos en incubación de tortugas y su efecto en el índice de natalidad

3.1.1. Temperatura

Muchos científicos han estudiado como la temperatura influye sobre la incubación de huevos de tortugas marinas y se cree que la temperatura de incubación juega un papel importante en la determinación del sexo, es decir, variando las temperaturas se pueden obtener machos o hembras.

En realidad, no se conoce con certeza cual es el rol de la temperatura en la diferenciación sexual, ya que uno de los obstáculos para comprobar tal efecto es que una vez nacida o en etapas juveniles es difícil observar las gónadas y además habría que sacrificar cientos de ellas para realizar una disección a nivel de las mismas y determinar su sexo.

Estudios sobre la influencia de la temperatura en la determinación del sexo se han realizado en tortugas terrestres, de agua dulce y marinas. Por ejemplo, investigaciones realizadas [Pieau (1971), citado en Mrosovsky (1983)], tortugas acuáticas como Emys orbicularis y la tortuga europea Testudo graeca demostraron que variando la temperatura se pueden obtener machos o hembras. A temperaturas bajas de incubación se produjeron machos.

Por otro lado Mrosovsky (1982), comenta que a temperaturas extremas de incubación puede ocasionar la mortalidad de los huevos.

Merchant y Villalpando (1990), indican que nidos de L. olivacea incubados artificialmente a una temperatura de 28 grados celsius nacen sólo machos y si la temperatura es de 32 grados celsius, nacen hembras.

De acuerdo a Schwarzkoll y Brooks (1985), la determinación del sexo está relacionada con la temperatura. Huevos incubados de Chrysemys picta a temperaturas constantes de 30 y 32 grados producen solamente hembras, mientras que a temperaturas de 22, 24 y 26 grados producen solamente machos.

Estudios sobre diferenciación sexual realizados por Yntema (1976), demostraron que huevos incubados de la tortuga Chelydra serpentina con un rango de temperatura de 20 a 30 grados celsius producen machos.

Mrosovsky (1982), con huevos de la tortuga Caretta caretta demostró que en cajas de estereofom se producen menos hembras que en la anidación natural. El 40% de los huevos incubados en cajas de estereofom fueron hembras, mientras que el 63 al 65 % fueron hembras en anidación natural, es decir, se produjo aproximadamente un 23% más de hembras en condiciones naturales de incubación.

Yntema y Mrosovsky (1979,1982) incubaron de igual forma huevos de la tortuga Caretta caretta, pero esta vez a temperaturas constantes de laboratorio, donde por ejemplo se obtuvo hembras en su totalidad a temperaturas de 32 y 34 grados Celsius, un 50% de

hembras se obtuvo a una temperatura de 30 grados Celsius, y a 26 y 28 grados Celsius no se obtuvo ninguna hembra.

De acuerdo a Mrosovsky (1978), los huevos incubados en cajas generalmente toma más tiempo para que el huevo eclosione comparado con la anidación natural. Además el promedio de la temperatura de incubación es baja, lo que provoca que haya masculinización para varias especies de tortugas acuáticas, lo que no ocurre en anidación natural. Por lo tanto, las cajas de estereofóam pueden tener tendencia a la tasa de sexo de tortugas marinas en favor de machos.

Sin embargo, [Morreale et al (1982), citado en Mrosovsky (1982)], señala que la diferenciación sexual involucra otros factores físicos como son la construcción de los nidos en las cajas y sobre cuánto aire se distribuye en las mismas.

Algunos autores como [Charnov and Bull (1977), citado en Mrosovsky (1982)], comentan que el desarrollo de hembras o machos depende de su adaptación y del medio ambiente en que se desarrolla. Además los cambios externos de temperatura de incubación en su etapa inicial de desarrollo no determina el sexo.

Obviamente la influencia que ejerce la temperatura en la diferenciación sexual y el éxito de eclosión no está del todo claro, ya que algunos investigadores señalan que intervienen además otros factores físicos.

Según Merchant, Villalpando y Centeno (1989), en la tortuga L. olivacea, la diferenciación de la gónada es todavía incipiente en el momento de la eclosión, de manera que existe la posibilidad de una reversión sexual posterior.

3.1.2. Humedad

Dependiendo de la especie, los huevos tienen una variedad de rango para suelos húmedos. Este factor puede ser determinante para un excelente desarrollo embrionario y un mayor número de neonatos eclosionados, pero también puede contribuir a causar la muerte embrionaria en huevos, los cuáles son afectados por cantidades excesivas de agua, fenómeno conocido como sofocación (Ragotskie, 1959).

Igualmente, Acuña (1994) describe que la muerte embrionaria por sofocación se produce también como una dificultad respiratoria provocada por grandes sequías.

Estudios realizados en ambientes naturales y en el laboratorio demuestran que muchas especies de tortugas incluyendo las marinas, la cáscara del huevo es flexible, lo cual permite el intercambio agua con el sustrato y la atmósfera. [(Packard and Packard, (1988), citado en Mc Gehee, 1990)].

Por otra parte, los huevos de tortugas marinas incubados en viveros no siempre son mantenidos en los niveles de humedad encontrados al natural, y esta diferencia podría afectar los resultados de eclosión (Mc. Gehee, 1990). Esto es una más de las razones por la

cual la humedad juega un papel importante en la incubación, ya que conociendo sus niveles óptimos se puede contribuir a la actividad de conservación en viveros.

Estudios realizados por diferentes investigadores como (Morris, Packard, Baaralman (1983), Paukstis and Packard (1983), efectuados en diferentes ambientes hídricos tomando en cuenta diferentes patrones y el intercambio de agua entre los huevos y sus alrededores; indican que los huevos que se encontraban en sustratos húmedos experimentaban absorción en la incubación, pero los huevos en todos los otros ambientes experimentaban una pérdida de agua y algunos con una severa deshidratación. Dependiendo de la especie, cuanto mayor es el porcentaje de humedad, mejores son los resultados, tanto en el desarrollo embrionario, como en la cantidad de neonatos eclosionados.

Huevos de la tortuga lagarto, de agua dulce (Chelydra serpentina), incubados en sustratos húmedos experimentaron una absorción de agua durante la incubación que dio por resultado una mayor flexibilidad en la cáscara. Los embriones de huevos incubados en ambientes húmedos consumen reservas energéticas en la yema rápidamente, crecen más rápido durante los estadios posteriores al desarrollo del embrión, además que contienen grandes reservas de agua en el albúmen y el saco vitelino, en comparación con huevos incubados en sustratos secos.

El metabolismo y crecimiento de éstos huevos parece haber estado afectado por la cantidades de agua. Cabe destacar que investigaciones realizadas por Mc. Gehee, (1990) en

la tortuga marina Caretta caretta, el porcentaje de humedad óptimo para un alto índice de eclosión, se encontró cuando el sustrato (arena), contenía 25% de humedad. Este porcentaje del medio hídrico favorecía el índice de natalidad y aumentaban la longitud del plastron de los neonatos en un 25%, mientras que los medios donde la humedad se encontraba en un 75% y 100% el índice de eclosión fué bajo.

Es importante señalar que el promedio de humedad que contiene la arena en anidación natural de Caretta caretta es de 18% (Ragotskie, 1959).

Cantidades excesivas de agua también pueden afectar la incubación de huevos de tortugas marinas en una forma negativa capaz de ocasionarles la muerte. Este exceso causa la muerte por sofocación señala Ragotski (1959), quien realizó estudios en Caretta caretta y (Roze, 1964), en Podocnemis expansa, ambos explican que las abundantes lluvias elevan grandemente los niveles de agua, y algunos huevos nadaban en cantidades extremas causándoles una muerte embrionaria temprana.

Además, estudios realizados por Acuña (1980), demostraron que huevos incubados de L. olivacea humedecidos con agua en salinidades menores de 20 ppm, ganan peso mientras que a mayores concentraciones lo pierden, debido a que se producen salidas de líquidos del huevo. Esto último puede traer como consecuencia deshidratación, lo cual acarrea la muerte embrionaria.

3.1.3. Intercambio Gaseoso

El intercambio gaseoso en huevos de tortugas en condiciones naturales y artificiales de incubación debe ser eficaz, para poder asegurar un mayor éxito de eclosión.

Tanto en reptiles como en aves la toma inicial de oxígeno y liberación de dióxido de carbono ocurre por simple difusión entre el embrión y su alrededor.

La circulación vitelina juega un papel dominante en el intercambio gaseoso por un breve tiempo antes que la circulación del alantoides asuma un mayor rol [(Fisk and Tribe 1949; Patten, 1958; Romanoff, 1967; citados en Ewert,(1979)].

La tasa de consumo de oxígeno de huevos de D. coriacea es similar a otras especies de reptiles donde asciende marcadamente después de pasado un tercio de la incubación y luego desciende hasta el final de la eclosión.

La tasa de consumo de oxígeno sobre los seis días finales de incubación es relativamente constante. Sin embargo, fluctuaciones menores pueden ser el resultado de cambios naturales en la demanda de oxígeno, como ocurre en algunas aves [(Bucher et. al., 1986; citados en Thompson 1993)].

Lynn and Von Brand citados en Ewert,(1979), determinaron por completo el consumo de oxígeno de los huevos en varios estadios de desarrollo en Kinosternon subnubrum, Chelydra serpentina, Terrapene carolina y Crysemys picta, manteniendo los huevos a una temperatura de 25-25.5 grados celsius. Obtuvieron que el consumo inicial de oxígeno es de 3 a 4 %, con el período más rápido de incremento en tasas entre la mitad y el final de la incubación.

El consumo de oxígeno generalmente es bajo y probablemente persiste mucho hacia el período de establecimiento de la circulación vitelina. El más rápido incremento surge cuando el alantoide se forma por completo.

3.1.4. Sustrato

Al igual que la temperatura y la humedad, el sustrato juega un papel importante en la incubación de huevos de tortuga, ya que es en él donde los huevos reposarán durante todo el período de su desarrollo embrionario. El sustrato suministra agua, minerales y sales como el carbonato de calcio.

Investigaciones realizadas con cambio en la masa de la cáscara de huevos incubados en sustratos de vermiculita con diferencia en el potencial de agua, señalan que las tasas de declinación en la masa del huevo es baja para huevos incubados en humedad relativa

del sustrato, ya que los huevos absorben agua en contacto con el sustrato, y esta absorción excede la pérdida transpiracional. Los huevos incrementan en masa, durante la incubación y retienen su forma original y su contorno (Cunningham and Huene (1938), Tracy et. al (1978), Lynn and Which (1950).

Según Wood et. al. (1979), se han obtenido buenos resultados utilizando como sustrato de incubación espuma de poliuretano (vermiculita) en huevos de Chelonia mydas. Esto plantea la posibilidad de utilizar otro tipo de sustrato en el proceso de incubación.

Por el contrario, cuando se incuban huevos en el laboratorio bajo condiciones simuladas éstos absorben agua en contacto con el sustrato, la masa del huevo declina en la incubación (Tracy et. al. 1978). Quizas hay deformación y malformaciones embrionarias.

Desafortunadamente el intercambio de agua experimentado por cáscaras duras de huevos de tortuga no ha sido estudiado extensivamente y hay pocos resultados publicados.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó con 10 nidos de la tortuga marina, Lepidochelys olivacea y el área donde se llevó a cabo la misma fue Playa La Barqueta, ubicada en el distrito de Alanje, Provincia de Chiriquí, República de Panamá.

Playa La Barqueta, fue declarada por el Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables (INRENARE), hoy Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), como Refugio de Vida Silvestre otorgándole una extensión de 5,935 hectáreas, el 2 de agosto de 1994.

Está ubicada en el Litoral Pacífico de la Provincia de Chiriquí, y cubre un promedio de 22 kilómetros de playa exclusivos para la protección de tortugas que llegan durante el período reproductivo a ovopositar. El período de anidación de L. olivacea comprende entre los meses de Junio a Diciembre. Estas anidaciones ocurren en forma solitaria, a lo largo de la playa.

Según las zonas de vida de Holdridge, el área de trabajo y muestreo es considerado un bosque húmedo tropical, en donde las lluvias alcanzan un promedio entre 1800 mm a 2500 mm y la temperatura promedio es de 27 grados celsius.

A. MÉTODO DE MUESTREO

El área de muestreo se limitó a los puntos de anidación de las tortugas según el mapa. (Fig. 1)

Se realizaron recorridos nocturnos semanales, donde se obtuvieron las diez nidadas estipuladas y se observó el proceso y duración de la ovoposición.

Localizados los huevos se trasladaron cuidadosamente (en cubos o envase de plástico de cinco galones) hasta el vivero del proyecto de tortugas ubicado en el refugio de vida silvestre de Playa La Barqueta, donde se procedió a su distribución en base a las dos condiciones de incubación seminaturales. (Ver anexos Fig. 30)

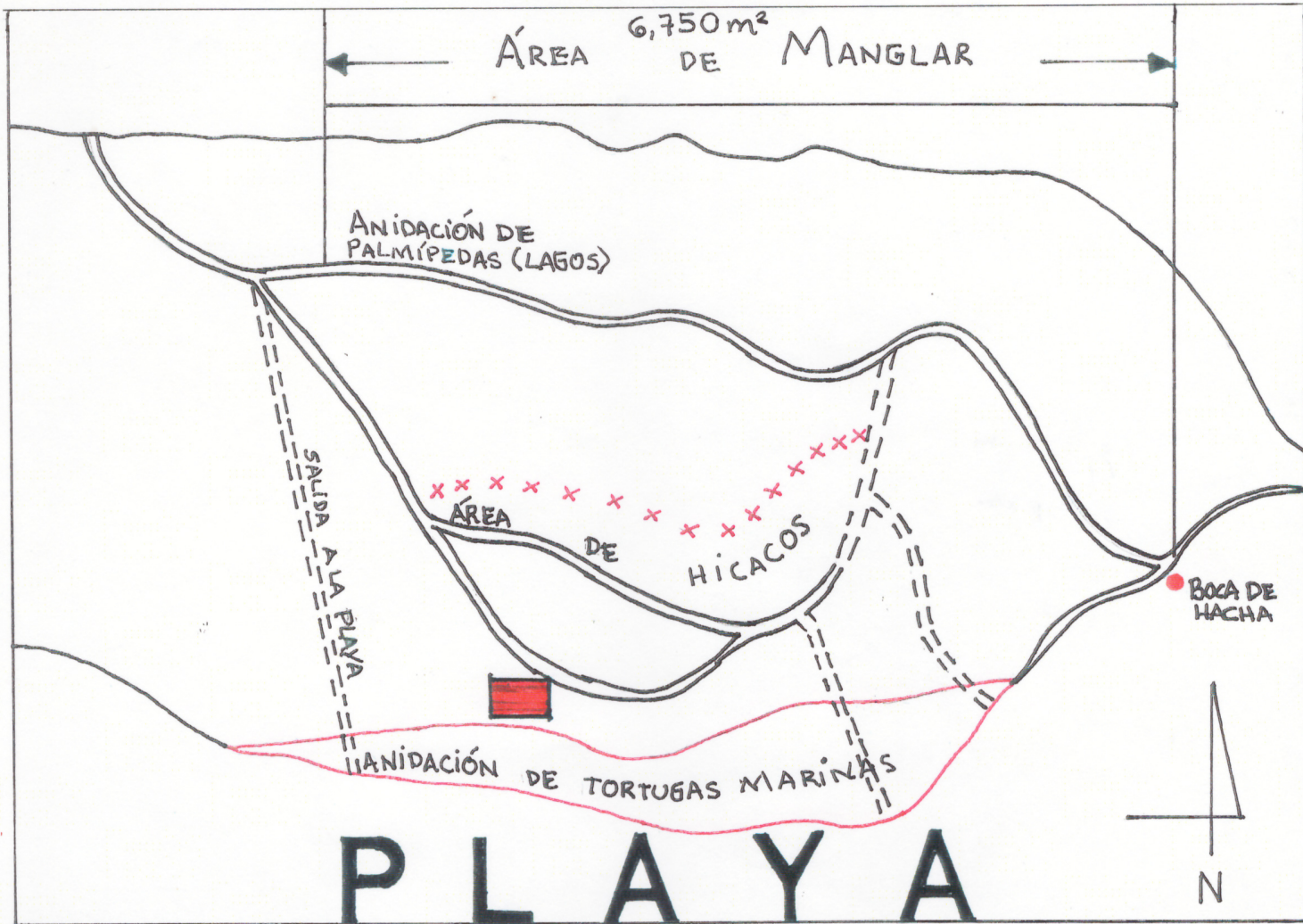
B. CONDICIONES DE INCUBACIÓN

b.1 Condición de Incubación Seminatural (A):

En esta condición se construyeron diez nidos de manera muy similar al que construyen las tortugas en su ambiente natural.

Posteriormente se colocaron en cada nido la mitad de los huevos de cada nidada, donde permanecieron sin intervención, durante todo su desarrollo embrionario hasta su eclosión.

La construcción de los nidos se realizó manualmente y se tomaron en cuenta aspectos como: profundidad (50 cm.), diámetro lateral (17.8 a 20 cm.) y diámetro anteroposterior (25 a 30.4 cm.). Ver Fig. 2.



■ PROYECTO DE TORTUGAS

COORDENADAS	
Punto de BOCA DE HACHA	
LONGITUD	LATITUD
82° 30' 57"	8° 17' 15"
PUNTO DE LA BARQUETA	
LONGITUD	LATITUD
82° 34' 29"	8° 18' 15"

Fig 1. Ubicación del Refugio de Vida Silvestre, Playa La Barqueta, Alanje.

b.2 Condición de Incubación Seminatural (B):

Para esta condición de incubación se utilizaron cajas de estereofóam (65 cm x 42 cm x 28.5 cm) con su respectiva tapa, (Ver figura 3). Al igual que en la otra condición de incubación se procedió a colocar en cada nido (compartimiento) la mitad de los huevos de cada nidada.

Se utilizaron tres cajas, donde cada una fue dividida en cuatro compartimientos utilizando mallas de alambre de un octavo (1/8) de diámetro, representando cuatro nidos diferentes. El área de cada compartimiento fue de 32.5 cm x 42 cm x 28.5 cm.

A cada caja se le anexaron cuatro tubos pequeños de PVC (1/2 pulgada), uno en cada compartimiento para permitir el intercambio gaseoso dentro de las cajas de incubación.

Al final de cada tubo de PVC se colocó una malla de tul para evitar la entrada de depredadores. (Fig. 4)

C. CONTROL DE DEPREDACIÓN

Para la condición de incubación seminatural (A), se colocaron mallas de alambre (de un cuarto (1/4) de diámetro) alrededor y sobre cada nido; éstas se enterraron a una profundidad de 20 cm. (Ver Fig. 5).

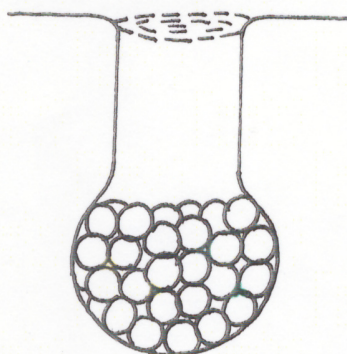


Fig. 2. Diagrama utilizado para la construcción de los nidos en la incubación seminatural A.

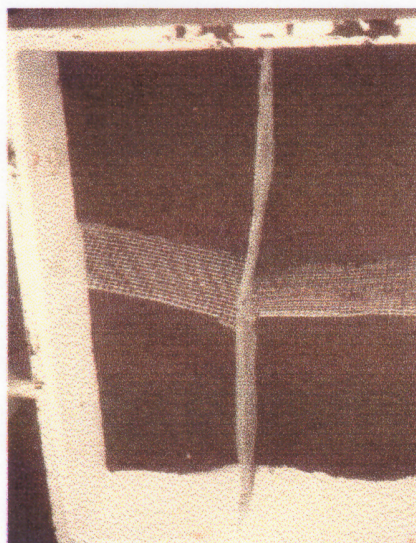


Fig. 3. Caja utilizada para incubación de los huevos en la condición B.

En la condición de incubación seminatural (B), se colocaron cajas de estereofóam con tapa a un metro de profundidad. Estas fueron cubiertas con una plancha del mismo material de las cajas, la cual durante la noche permanecía protegida con un plástico negro.

D. PARÁMETROS FÍSICOS

d.1 Temperatura

En ambas condiciones de incubación se efectuaron registros semanales de temperatura, un termómetro de suelo a diferentes horas durante la mañana (6:00 a.m. - 12:00 p.m.), tarde (12:05 p.m. - 6:00 p.m.) y noche (6:05 p.m. - 5:59 a.m.).

Para la condición de incubación seminatural (A), se introdujo cuidadosamente en la parte central de cada nido.

En las tapas de cada caja de la condición de incubación seminatural (B), se hicieron agujeros en los extremos de cada compartimiento, en donde se introdujo el termómetro. Después de tomadas las lecturas, éstos se sellaban con masking tape.

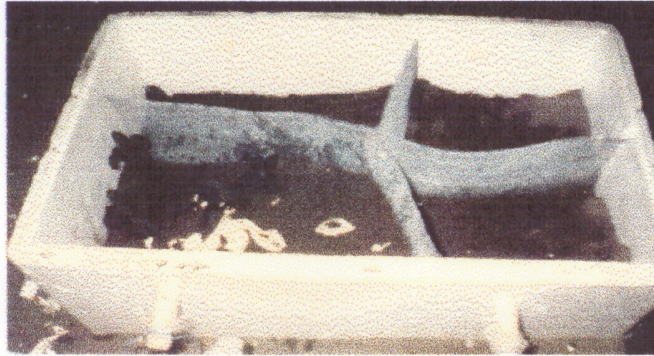


Fig. 4. Método utilizado para el intercambio gaseoso y control de depredación en la condición B.

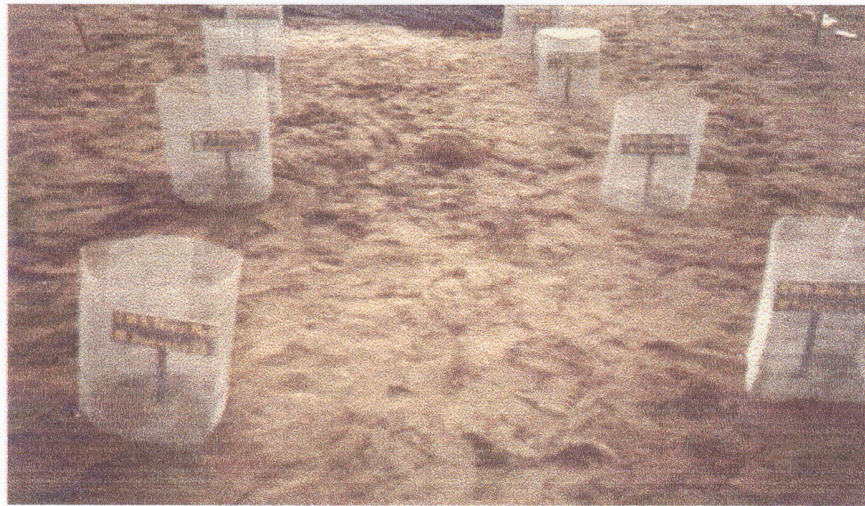


Fig. 5. Mallas utilizadas para el control de depredación en la condición A.

d.2 Humedad

Para determinar la humedad en la condición de incubación seminatural (B), se efectuó periódicamente una prueba rudimentaria, la cual consistía en tomar una muestra de arena con la mano, y si esta se desmoronaba al cerrar y abrir el puño, significaba que había poca humedad, pero si ésta permanecía compacta la humedad era adecuada.

Cuando había poca humedad se agregaba a los nidos agua destilada para humedecerlas y nuevamente se hacía la prueba.

d.3 pH

En ambas condiciones de incubación se realizaron muestreos quincenales de la arena para determinar el pH de cada nido. Las muestras eran representativas y se tomaron a una profundidad de 20 cm para la condición (A) y de 10 cm para la condición (B).

Las muestras fueron colocadas en bolsas plásticas debidamente rotuladas. Una vez secas se llevaron al laboratorio. De cada muestra se tomaron 10 gramos, que luego se diluían en 50 ml de agua destilada; agitabamos por unos segundos y se dejaban reposar por 10 minutos para finalmente hacer las lecturas de pH.

Los instrumentos utilizados para medir el pH de cada muestra se observan en la figura 31. (Ver anexo)

d.4 Sustrato de Incubación

Para la condición de incubación seminatural (B), se extrajo arena del vivero donde se ubicaron las cajas. Se procedió a cernirlas con tamices # 25 y # 30 (Fig. 6). Con el fin de desinfectar el sustrato, se lavó con una solución de cloro al 5% enjuagando posteriormente con agua varias veces. Una vez seca se empacó en bolsas plásticas.

E. DISTRIBUCIÓN DE LOS HUEVOS EN LOS SISTEMAS DE INCUBACIÓN

Localizados los nidos se procedió a marcar los huevos, con el objeto de conservar la posición original después de la ovoposición (Fig. 7). Posteriormente, cada nidada fue colocada en cubos para ser trasladados al vivero de experimentación.

Los huevos de cada nidada se distribuyeron en cantidades equitativas para cada condición de incubación seminatural. En cada nido de la condición de incubación seminatural (A) y (B), se colocaron los siguientes datos: número de hembra, número de nido, fecha y cantidad de huevos (Fig. 8).



Fig. 6. Tipos de Tamices.



Fig. 7. Posición de los huevos colectados posterior a la ovoposición.



Fig. 8. Sistema de identificación de cada nido, en el sistema de incubación A.

F. MÉTODOS ESTADÍSTICOS

A los datos obtenidos de temperatura y pH en relación con el período de incubación en ambas condiciones se les aplicó estadísticas descriptivas, regresión y correlación simple.

Por otro lado, el análisis estadístico utilizado para número de huevos eclosionados en relación con el período de incubación, fue la estadística no paramétrica (Mann-Whitney), debido a que los datos no presentaron una distribución normal.

RESULTADOS

1. Condición de Incubación Seminatural A:

Para esta condición de incubación obtuvimos un menor éxito en la eclosión de huevos (Fig. 9). El período promedio de incubación fue de 58 días (Cuadro 1).

El valor promedio de eclosión por nido fue de 26 huevos (Cuadro 1), obteniéndose la mayor cantidad de huevos eclosionados en el nido 4 con un total de 38 neonatos a diferencia de los nidos 9 y 10 donde no hubo eclosión (Fig. 10).

El porcentaje de eclosión promedio por nido (Cuadro 8), fue de 47 %, obteniéndose el máximo de eclosión en este sistema en el nido 3 (82 %). En los nidos 9 y 10 no se registró eclosión de huevos (Fig. 20).

2. Condición de Incubación Seminatural B:

En esta condición de incubación, el índice de huevos eclosionados (Cuadro 2) fue exitoso, debido a que en todos los nidos hubo eclosión de huevos en gran proporción.

Cuadro 1. Registro del período de incubación y huevos eclosionados de *L. olivacea* en la condición de incubación seminatural A, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10)

No. de Nido	Período de Incubación (días)	Huevos Eclosionados
1	56	34
2	58	15
3	62	41
4	63	38
5	57	20
6	58	10
7	55	30
8	54	20
9	60	0
10	60	0

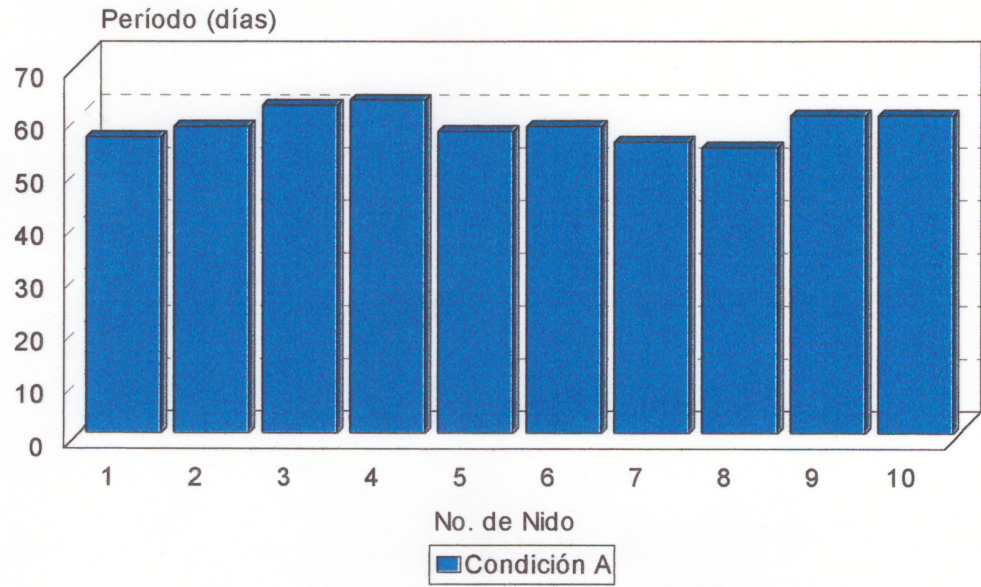


Fig. 9. Período de Incubación de huevos de *L. olivacea* desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10).

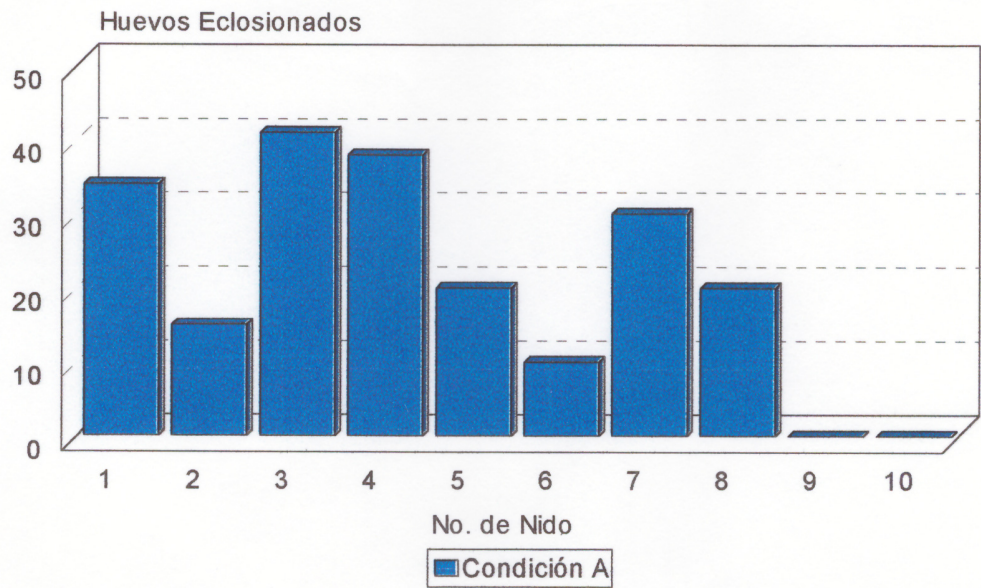


Fig. 10. Registro de la Eclosión de Huevos de *L. olivacea* desde Octubre de 1997 a enero de 1998, en Playa la Barqueta, Alanje. (n=10).

Los promedios correspondientes a períodos de incubación y huevos eclosionados fueron de 47 días y 31 neonatos respectivamente (Ver fig. 11). La mayor cantidad de neonatos se obtuvo en el nido 3 con un total de 46 (Cuadro 2) y la menor cantidad de neonatos se registró en el nido 2 con un total de 18 (Fig. 12).

El porcentaje de eclosión promedio por nido (Cuadro 8), fue de 76 % con un máximo de 92 % en el nido 3 y un mínimo de 48.9 % en el nido 10 (Fig. 20).

3. Control de Depredación

En la condición de incubación seminatural A, las mallas colocadas alrededor de los nidos impidieron que los depredadores como el cangrejo (*Ocypode occidentalis*), perros (*Canis familiaris*) y la tijereta (*Fregata magnificens*), capturaran los huevos, los cuales se encontraban rondando frecuentemente el área de trabajo.

Por el contrario, en la condición de incubación seminatural B, no se encontraron rastros de depredadores cercanos a las cajas de estereofóam. No hubo crecimiento de hongos ni presencia de insectos como hormigas.

Cuadro 2. Registro del período de incubación y huevos eclosionados de *L. olivacea* en la condición de incubación seminatural B, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10).

No. de Nido	Período de Incubación (Días)	Huevos Eclosionados
1	40	40
2	40	18
3	44	46
4	44	43
5	53	23
6	53	22
7	46	42
8	46	30
9	50	26
10	52	23

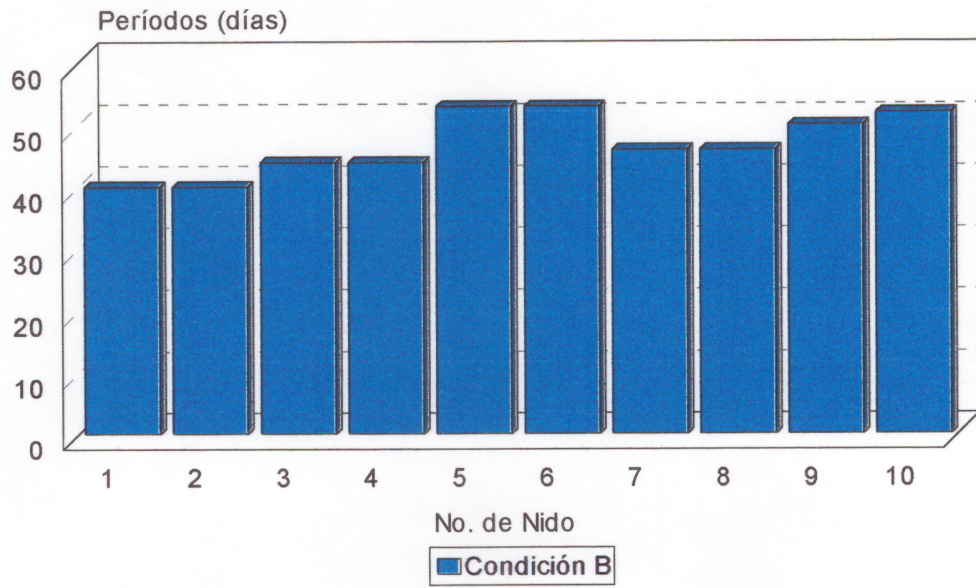


Fig. 11. Período de Incubación de Huevos de *L. olivacea* desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10).

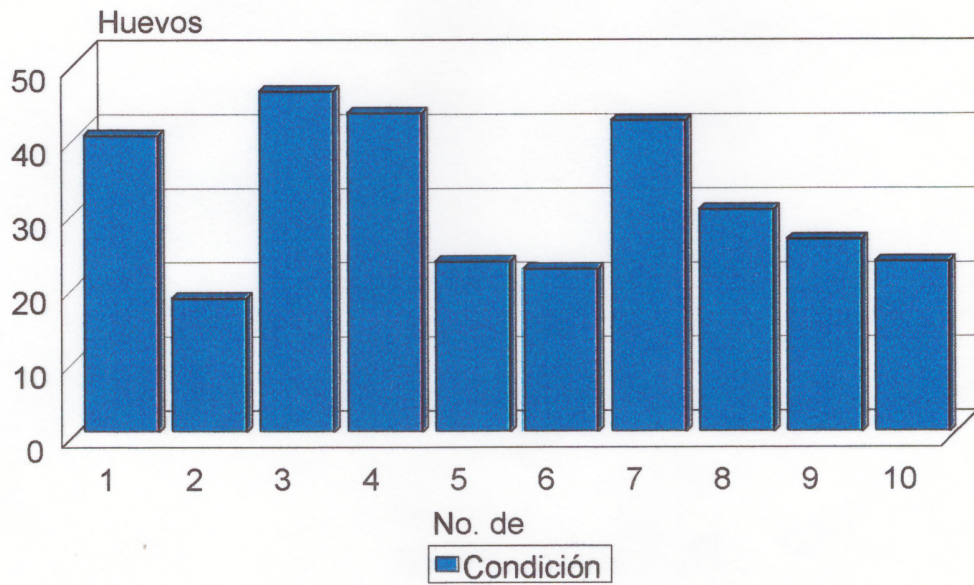


Fig. 12. Registro de la Eclosión de Huevos de *L. olivacea* desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10).

4. Parámetros Físicos:

4.1. Temperatura

En la condición de incubación seminatural A, las temperaturas promedio registradas (Cuadro 3) fueron variables en diferentes períodos del día (Fig. 13, 14 y 15).

En los nidos 1, 2 y 4 la temperatura mínima fue de 31 °C en la mañana y la máxima fue de 37 °C.

En el nido 6, la mínima temperatura fue de 32 °C en la mañana y noche, y el máximo fue de 36 °C en horas de la mañana.

La temperatura mínima en los nidos 7, 8 y 10 (32 °C), se registró en horas de la noche y la máxima (36 °C) en horas de la mañana.

Para el nido 9 la mínima temperatura se registró en todos los períodos (Mañana, Tarde y Noche) con un valor de 32 °C. El valor máximo (36 °C) se obtuvo en la mañana.

La temperatura promedio en esta condición y en cada período del día (mañana, tarde y noche) fue de 33.6 °C, 34.2 °C y 33.1 °C respectivamente.

Los datos de mínimo, máximo y temperatura promedio en cada uno de los nidos y en los diferentes períodos del día se registraron en el cuadro 6.

Cuadro 3. Registro de temperaturas promedio en diferentes períodos del día en la condición de incubación seminatural A, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10)

No. de Nido	Temperatura (°C)		
	Mañana	Tarde	Noche
1	32.2	34.3	33.3
2	32.4	34.2	33.2
3	33.2	34.6	32.8
4	32.8	34.5	34.4
5	33.8	34.2	32.8
6	34.3	34.0	32.8
7	34.8	34.0	33.9
8	34.3	33.8	33.7
9	34.0	34.2	33.7
10	34.2	34.4	33.8

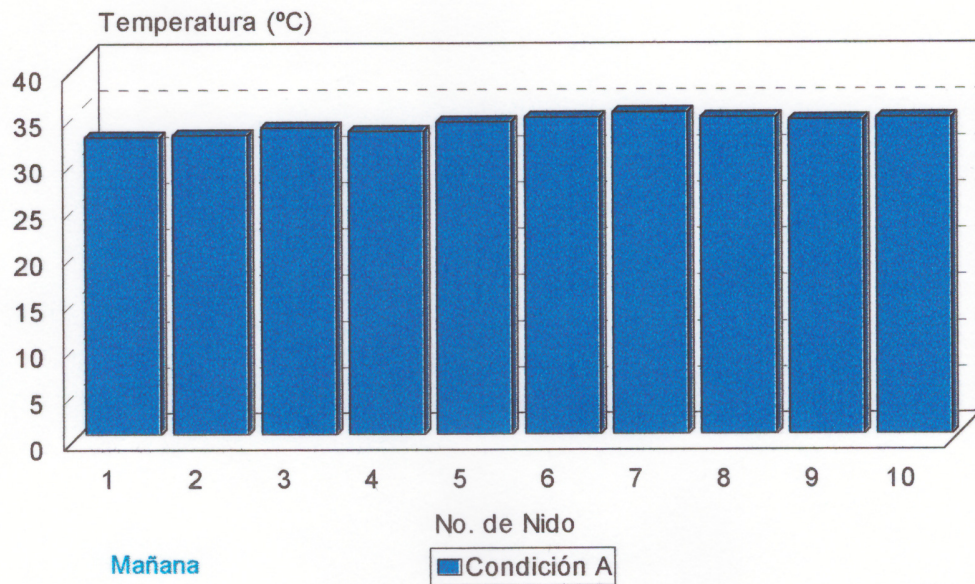


Fig. 13. Temperaturas promedio registradas durante la mañana, en el sistema Seminatural A, desde Octubre desde 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10)

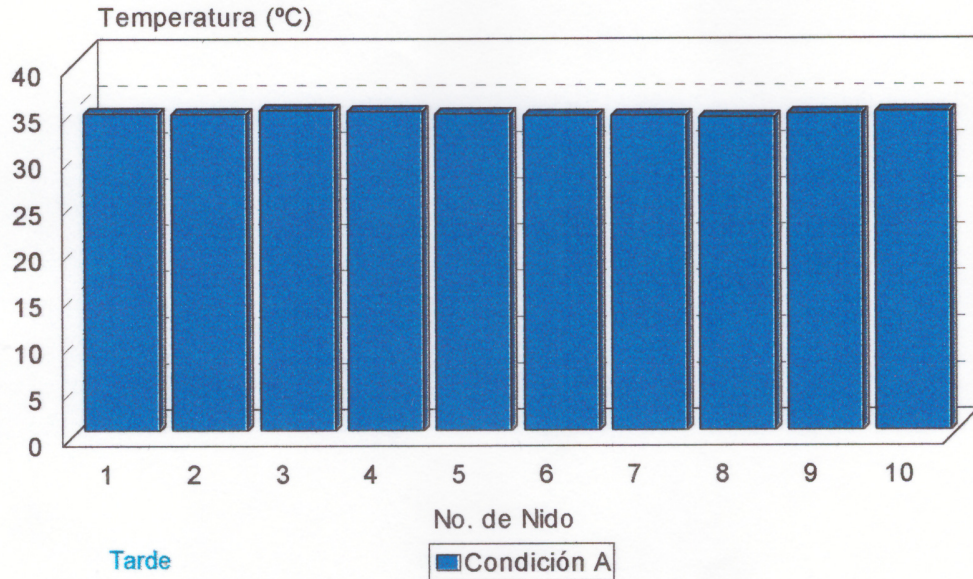


Fig. 14. Temperaturas promedio registradas durante la tarde, en el sistema Seminatural A, desde Octubre desde 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10)

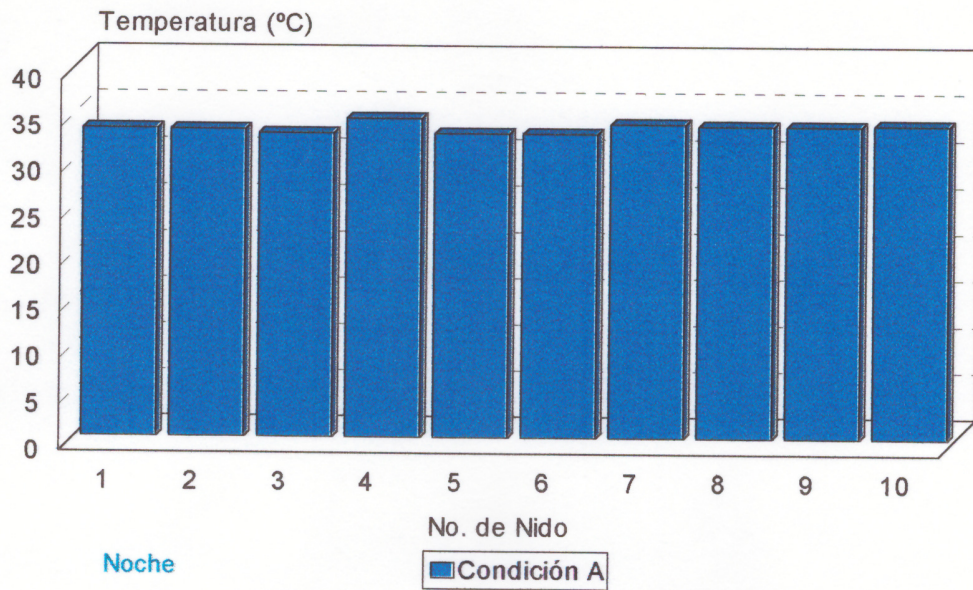


Fig. 15. Temperaturas promedio registradas durante la noche, en el sistema Seminatural A, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10)

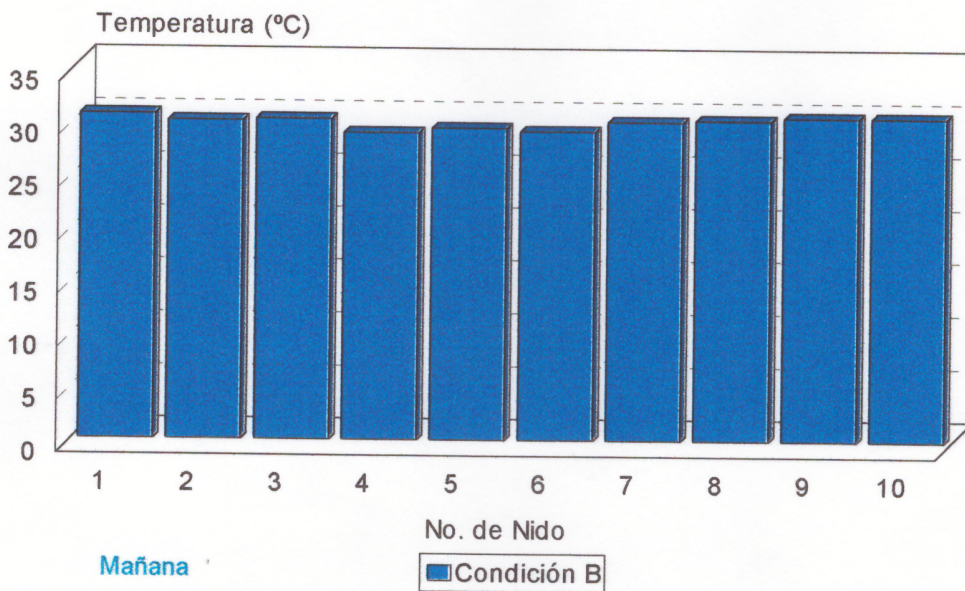


Fig. 16. Temperaturas promedio registradas durante la mañana, en el sistema Seminatural B, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10)

Para la condición de incubación seminatural B, las temperaturas registradas (Cuadro 4) fueron muy constantes en los diferentes períodos del día (Fig. 16, 17 y 18).

Para los nidos 1 y 2 las temperaturas de máximos y mínimos fueron de 33 °C y 29 °C respectivamente.

En el nido 1 la temperatura más baja se registró en horas de la mañana y la más alta en los tres períodos.

En el nido 2 la menor temperatura también se registró en la mañana y la mayor en horas de la tarde y noche.

La temperatura mínima en el nido 3 se registró en los períodos matutino y nocturno y fue de 29 °C y la máxima temperatura en horas de la tarde con un valor de 34 °C.

En el nido 4 el registro mínimo de temperatura se obtuvo en horas de la mañana y fue de 28 °C. La temperatura máxima fue de 33 °C durante la tarde.

En el nido 5, la mínima temperatura se obtuvo durante la mañana con un valor de 34 °C y la máxima con igual valor en horas de la tarde.

Para el nido 6 la menor temperatura fue de 27 °C, ésta fue registrada en horas de la mañana y la mayor de 33 °C durante la tarde.

En el nido 7 la temperatura mínima fue de 28 °C durante la noche y la máxima fue de 34 °C en horas de la tarde.

En los datos de temperatura registrados en el nido 8 de máximos y mínimos corresponden a 28 °C en horas de la mañana y 34 °C en horas de la tarde respectivamente.

Cuadro 4. Registro de la temperatura promedio en diferentes períodos del día, en la condición de incubación seminatural B, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10)

No. de Nido	Temperatura (°C)		
	Mañana	Tarde	Noche
1	30.7	31.2	32.0
2	30.1	31.6	32.2
3	30.3	32.0	30.2
4	29.0	31.4	30.5
5	29.5	31.4	29.7
6	29.2	31.1	29.7
7	30.1	31.0	29.3
8	30.3	31.0	29.7
9	30.6	29.5	30.7
10	30.6	31.0	28.5

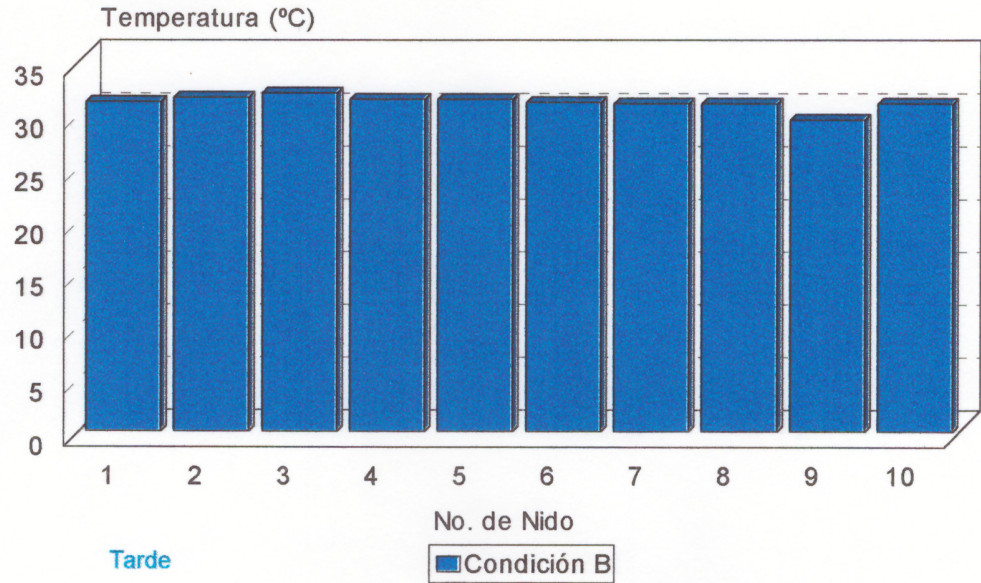


Fig. 17. Temperaturas promedio registradas durante la tarde, en el sistema Seminatural B, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10)

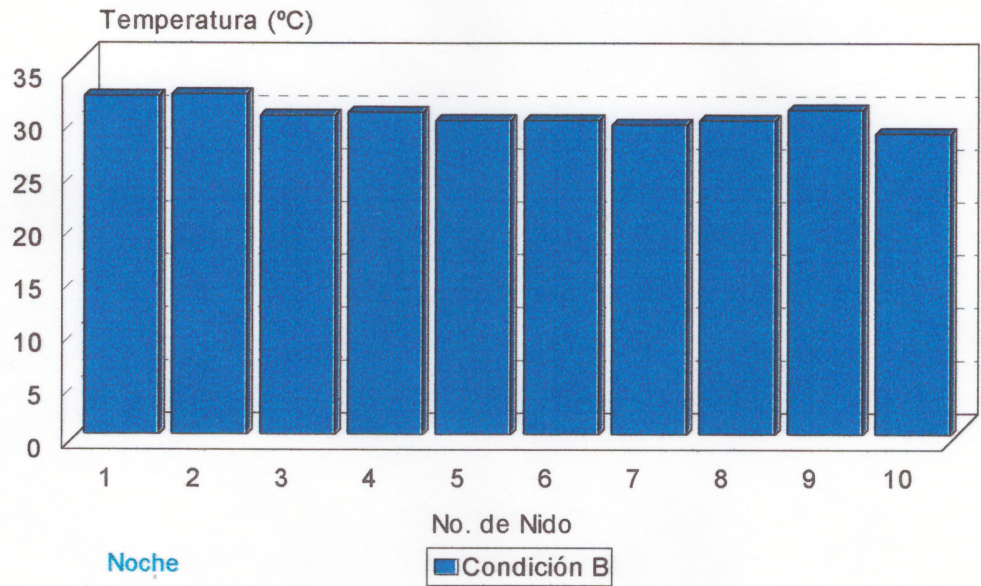


Fig. 18. Temperaturas promedio registradas durante la noche, en el sistema Seminatural B, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10)

La mayor temperatura registrada en el nido 9 fue de 34 °C durante la noche y la menor temperatura de 28 °C en el mismo período.

En el nido 10 los registros de máximos y mínimos corresponden a 34 °C durante la tarde y 28 °C en horas de la noche.

Los datos de mínimos, máximos y temperaturas promedios en cada uno de los nidos y en los diferentes períodos del día se registraron en el Cuadro 7.

En resumen, la temperatura promedio en esta condición y en cada período del día (mañana, tarde y noche) fue de 30.0 °C, 31.1 °C y 30.2 °C respectivamente.

4.2 pH

Para la condición de incubación seminatural A, las muestras de pH se tomaron a una profundidad de 20 centímetros en diferentes regiones del nido. En esta condición, el valor mínimo de pH fue de 9.1 en los nidos 3 y 8; y el máximo fue de 9.2 en los nidos 1, 6 y 10 (Cuadro 5).

El pH promedio para esta condición fue de 9.1. Los valores de pH obtenidos son muy similares, lo cual indica que el pH en esta condición no varió (Fig. 19).

Cuadro 5. Registro del pH en ambas condiciones de incubación seminatural, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10)

No. de Nido	C.I.S.A	pH	C.I.S.B
1	9.2		8.7
2	9.2		8.7
3	9.1		9.2
4	9.2		9.3
5	9.1		9.0
6	9.2		9.1
7	9.2		9.0
8	9.1		8.9
9	9.1		8.9
10	9.2		8.8

C.I.S.A = Condición de incubación seminatural A
C.I.S.B = Condición de incubación seminatural B

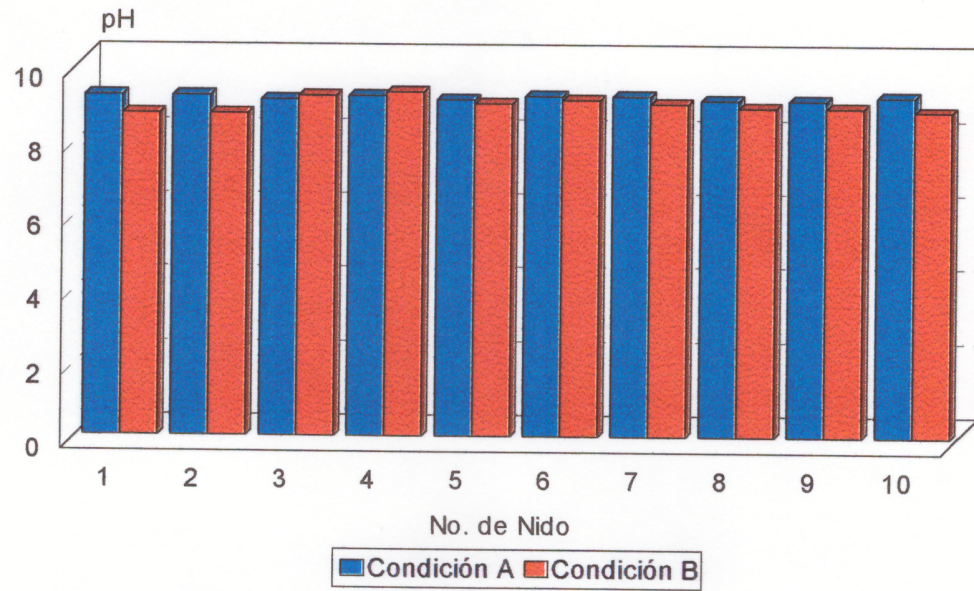


Fig. 19. Registro del pH promedio en ambas condiciones de incubación seminatural, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa la Barqueta, Alanje. (n=10).

Por otro lado, las muestras obtenidas en la condición de incubación seminatural B, se realizaron a una profundidad de 10 centímetros regiones del nido.

El valor mínimo de pH fue de 8.7 en los nidos 1 y 2 y máximo de 9.3 en el nido 4 (Cuadro 5).

El pH promedio para esta condición fue de 8.9. Los valores obtenidos en esta condición no presentaron cambios significativos (Fig. 19).

Los valores de pH obtenidos en ambas condiciones de incubación muestran un grado de alcalinidad significativo .

Cuadro 6. Registro de las fluctuaciones de temperatura en la condición seminatural A, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10)

No. de Nido	Mañana			Temperatura (°C) Tarde			Noche		
	Min	Max	\bar{X}	Min	Max	\bar{X}	Min	Max	\bar{X}
1	31	33	32.2	32	36	34.3	33	34	33.3
2	31	35	32.4	32	36	34.2	32	35	33.2
3	32	37	33.2	33	36	34.6	32	34	32.7
4	31	36	32.8	32	36	34.5	32	33	34.4
5	31	37	33.8	33	35	34.2	32	34	32.7
6	32	36	34.3	33	35	34.0	32	33	32.7
7	34	36	34.7	33	35	34.0	32	34	33.0
8	33	36	34.3	33	35	33.7	32	34	33.0
9	32	36	34.0	32	35	34.2	32	34	33.0
10	33	36	34.2	33	35	34.4	32	34	33.0

Min = Mínima temperatura registrada

Max = Máxima temperatura registrada

X = Valor promedio de temperatura registrada

Cuadro 7. Registro de las fluctuaciones de temperatura registrada en la condición seminatural B, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10)

No. de Nido	Temperatura (°C)								
	Mañana			Tarde			Noche		
	Min	Max	X	Min	Max	X	Min	Max	X
1	29	33	30.7	29	33	31.2	31	33	32.0
2	29	31	30.1	30	33	31.6	31	33	32.2
3	29	32	30.3	30	34	32.0	29	32	30.2
4	28	30	29.0	30	33	31.4	29	31	30.5
5	28	32	29.5	30	34	31.4	29	31	29.7
6	27	32	29.2	30	33	31.1	29	31	29.7
7	29	32	30.2	30	34	31.0	28	31	29.3
8	29	32	30.3	29	34	31.0	28	32	29.7
9	29	32	30.5	29	30	29.5	28	34	30.7
10	29	32	30.6	29	34	31.0	28	29	28.5

Min = Mínima temperatura registrada

Max = Máxima temperatura registrada

X = Valor promedio de temperatura registrada

Cuadro 8. Porcentaje de eclosión, en huevos de L. Olivacea en ambas condiciones de incubación seminatural, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10)

No. de Nido	C.I.S.A	C.I.S.B
1	77.27	88.88
2	68.18	81.81
3	82.00***	92.00***
4	76.00	86.00
5	62.50	71.87
6	40.00	88.00
7	60.00	84.00
8	40.00	61.22
9	0.00*	57.78
10	0.00*	48.94**

* = no se registro eclosión de huevos

** = mínimo porcentaje de eclosión

*** = máximo porcentaje de eclosión

C.I.S.A = Condición de Incubación Seminatural A

C.I.S.B = Condición de Incubación Seminatural B

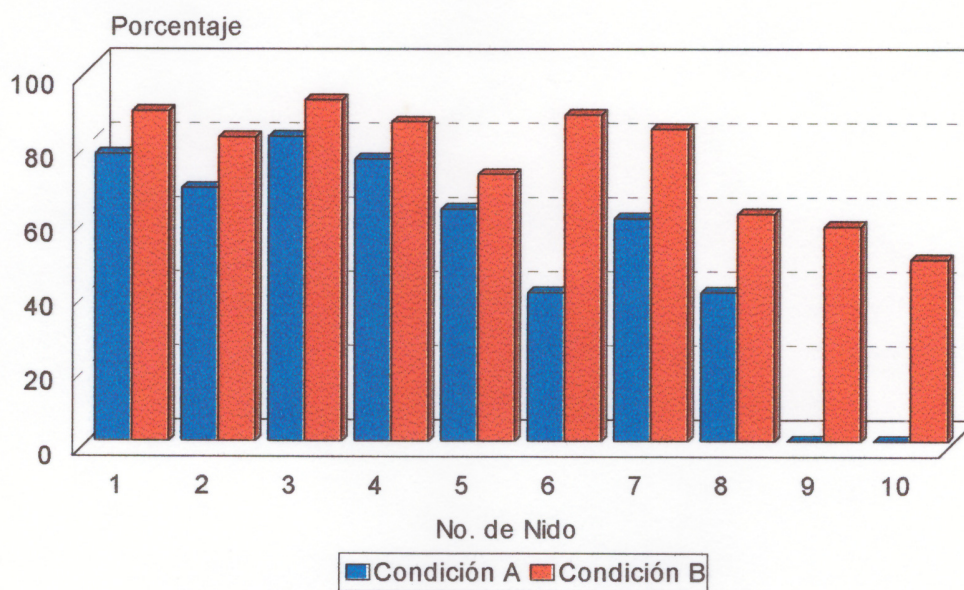


Fig. 20. Porcentaje de eclosión, en huevos incubados de *L. olivacea*, en ambas condiciones de incubación seminatural, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa la Barqueta, Alanje. (n=10).

DISCUSIÓN

En proyectos de reproducción y conservación de tortugas marinas, se utilizan diversos sistemas de incubación. El más conocido es el de los viveros, donde luego de localizados los huevos ovopositados, son trasladados y transplantados en éstos lugares más seguros que servirán de refugio, ya que su desarrollo se realizará en forma natural.

Además la creación de viveros ha sido favorable sobre todo, cuando se establecen en zonas en donde hay una elevada depredación.

Los viveros son muy conocidos a nivel mundial, y en Panamá han contribuído a aumentar la población de quelonios.

Otro de los métodos consiste en utilizar cajas de estereofóam, lo cual tiende a aumentar el número de eclosiones a diferencia del método anterior.

Este método según Yntema y Mrosovsky (1979 y 1982), ha sido puesto en práctica en México, Estados Unidos, Surinam y Guinea Francesa obteniéndose buenos resultados. Esto se debe a que son prácticas, económicas y proporcionan un ambiente adecuado para el desarrollo de los huevos.

En la condición A, el éxito de eclosión de huevos fue menor en comparación con la condición B (Fig. 21).

Para esta condición de incubación, las temperaturas registradas a lo largo de los meses fue mayor en comparación con la condición B (Fig. 22, 23 y 24). Las altas temperaturas tuvieron una influencia notable en la eclosión de huevos, ya que las mismas afectaron negativamente el desarrollo de los neonatos provocándoles la muerte embrionaria temprana.

En el cuadro 3, observamos que las mayores temperaturas se registraron en horas de la tarde (12:05pm - 6:00pm) oscilando entre 33.8 °C y 34.4 °C.

Esto se debe a que la incidencia de los rayos solares era mayor y más directa; inclusive en la condición B, la mayor temperatura se registró en horas de la tarde, oscilando entre 29.5 a 31.2 °C (Cuadro 4).

Además las altas temperaturas de la condición A, influyeron directamente en la humedad del sustrato. Los nidos 9 y 10 fueron claramente afectados en la estación seca (meses de Enero y Febrero).

Prueba de ello son los estudios realizados por Ugalde (1986), en donde trasladó 62 nidos obtenidos durante estación seca, los cuales no eclosionaron.

Otro de los factores que influyó en la eclosión de huevos en la condición A, fue el fenómeno climatológico conocido como "El Niño". Este fenómeno provocó un fuerte descenso en la precipitación pluvial, lo cual ocasionó sequías que produjeron el calentamiento de las aguas de la costa pacífica, trayendo como consecuencia una disminución en el número de tortugas que normalmente salen a ovopositar y afectando también negativamente en el número de eclosiones.

Mrosovsky (1982), señala que temperaturas extremas de incubación pueden ocasionar la mortalidad de los huevos.

Además Figueroa (1987), comenta que a mayores temperaturas existe un desarrollo morfológico y nacimiento prematuro de los embriones, lo que afecta la capacidad de viabilidad de los mismos.

Por otro lado, el control de los parámetros físicos permitió un mayor éxito de eclosión en la condición de incubación seminatural B.

Prueba de ello es que las temperaturas registradas en los diferentes períodos del día (Fig. 22, 23 y 24), fueron constantes en comparación con la condición A. La temperatura promedio de cada sistema fue de 30.4 °C en la condición B y en la condición A fue de 33.7 °C.

Woody et. al. (1979), realizó trabajos en Chelonia mydas, y determinó que a una temperatura de 32 °C los porcentajes de eclosión son más altos.

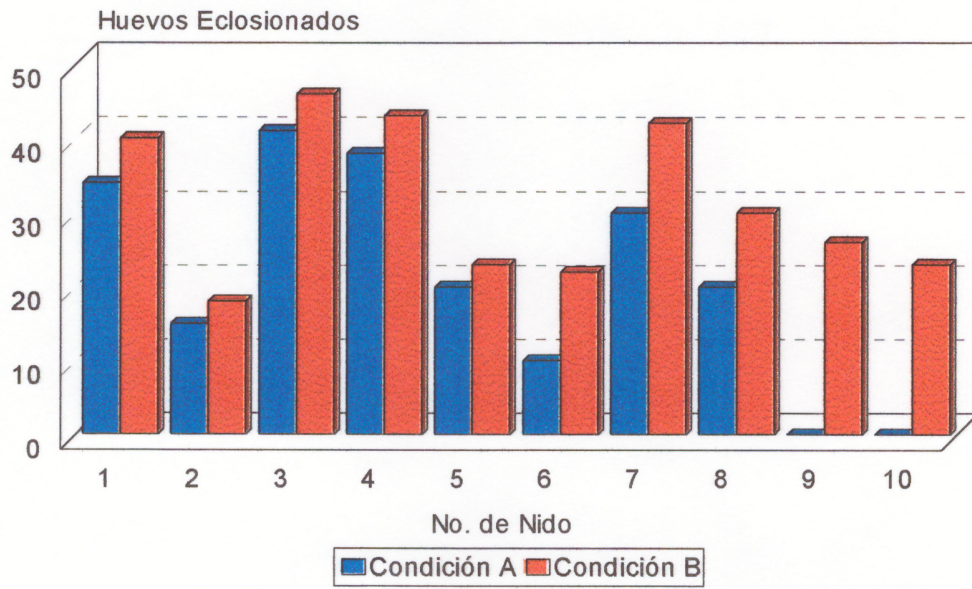


Fig. 21. Comparación del número de huevos eclosionados de *L. olivacea*, incubados en las dos condiciones seminaturales, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa la Barqueta, Alanje. (n=10).

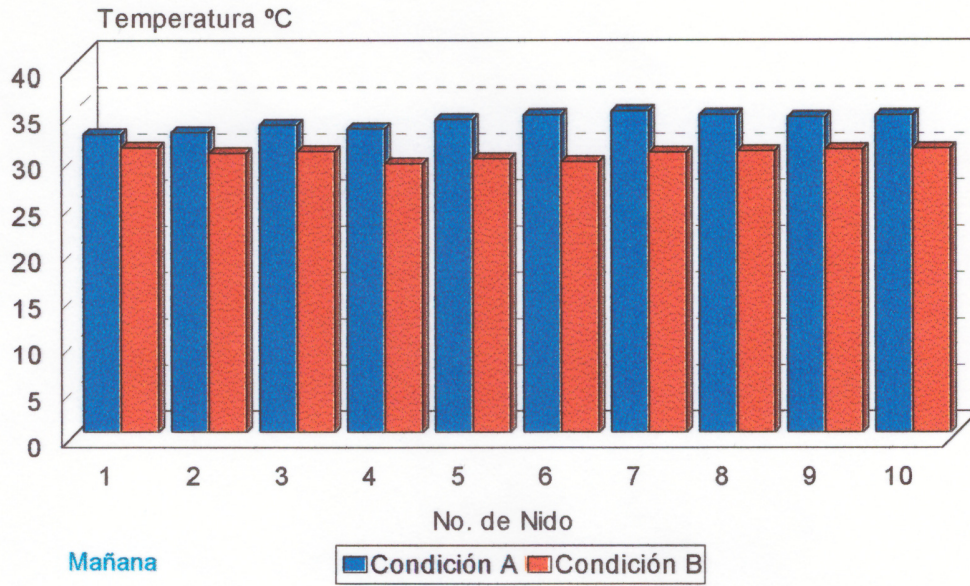


Fig. 22. Registro de la temperatura durante la mañana, en ambas condiciones seminaturales, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10).

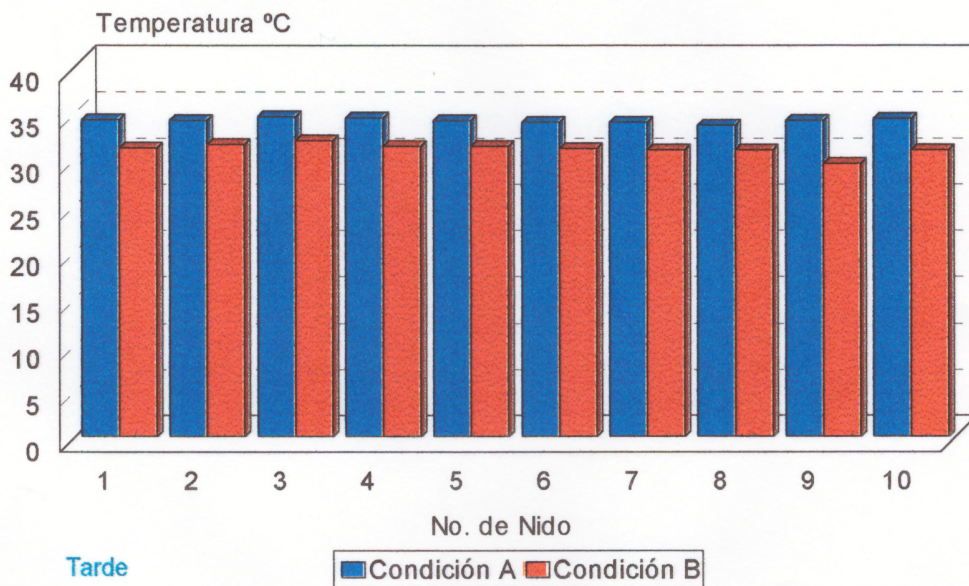


Fig. 23. Registro de la temperatura durante la tarde, en ambas condiciones seminaturales, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10).

La utilización de cajas de estereofóam como incubadoras, proporcionan un excelente ambiente a los huevos en desarrollo y evita cambios bruscos de temperatura. Sin embargo, Mrosovsky (1978), señala que el empleo de estas cajas aumenta el índice de natalidad, pero tiende a la masculinización.

En sitios como Playa La Barqueta, en donde la temperatura estuvo influenciada por cambios climáticos, la utilización de cajas de estereofóam proporcionó resultados exitosos que aseguraron un aumento en la eclosión de los neonatos. Trabajos realizados por Mrosovsky (1982), señalan que utilizar cajas de estereofóam puede ser la mejor alternativa en la conservación de tortugas.

En la figura 25 y 26 se observa el número de huevos eclosionados (Cuadro 9) en relación con el total de huevos en los diferentes nidos para cada una de las condiciones.

Al final de los períodos de incubación se registró un mayor porcentaje de mortalidad en la condición A (Cuadro 8).

En la figura 27, se aprecia el registro final de eclosión nido. En los nidos 9 y 10 de la condición A no hubo registro de eclosión.

Cuadro 9. Comparación del total de huevos incubados en relación con el número de huevos eclosionados de *L. olivacea* en ambas condiciones seminaturales, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10)

No. de Nido	C.I.S.A		C.I.S.B	
	<u>T.H.</u>	<u>H.E.</u>	<u>T.H.</u>	<u>H.E.</u>
1	44	34	45	40
2	22	15	22	18
3	50	41	50	46
4	50	38	50	43
5	32	20	32	23
6	25	10	25	22
7	50	30	50	42
8	50	20	49	30
9	44	0	45	26
10	42	0	47	23

C.I.S.A = Condición de Incubación Seminatural A

C.I.S.B = Condición de Incubación Seminatural B

T.H. = Total de huevos

H.E. = Huevos eclosionados

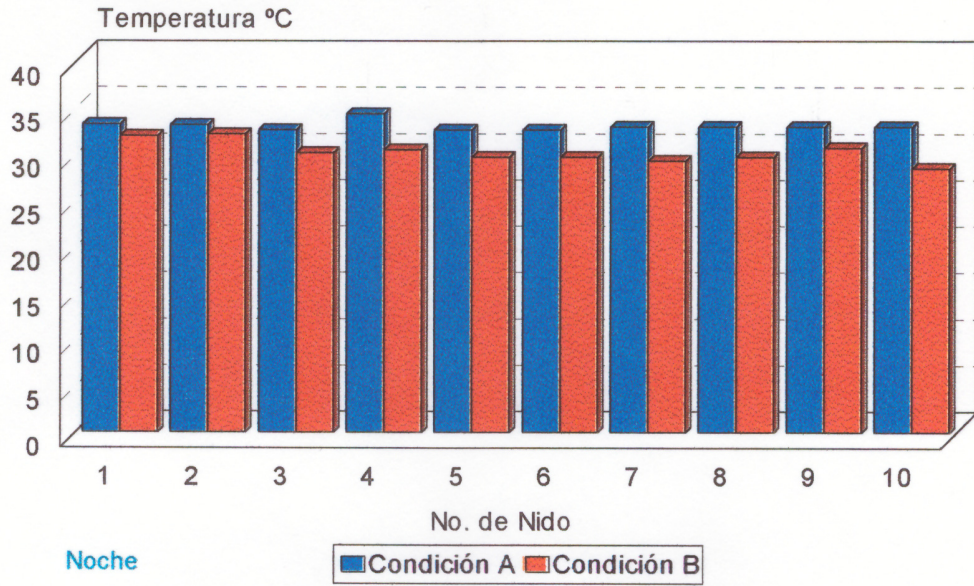


Fig. 24. Registro de la temperatura durante la noche, en ambas condiciones seminaturales, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10).

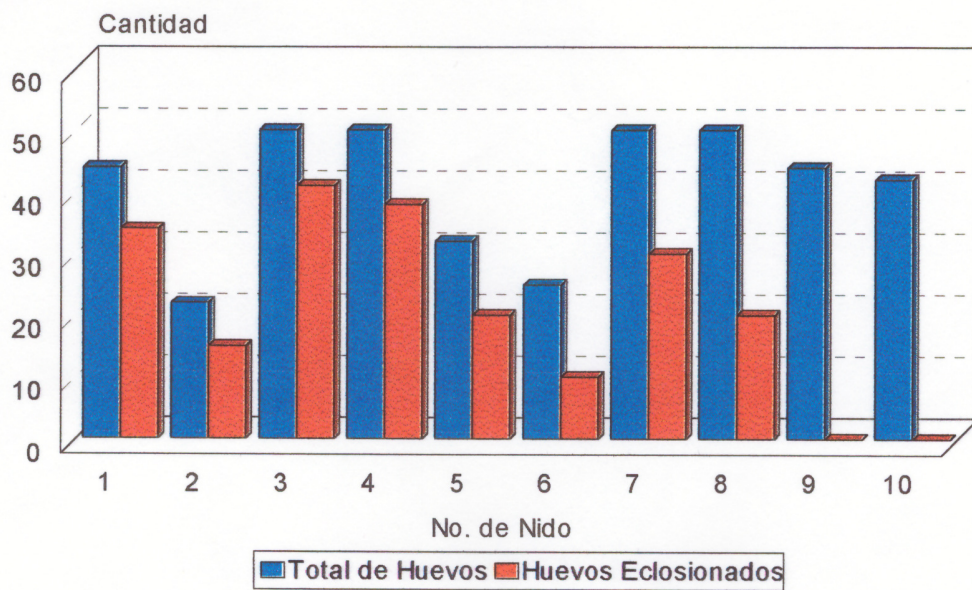


Fig. 25. Registro de eclosión por nido de *L. olivacea* en la condición de incubación seminatural A, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10).

Sin embargo, el nido 3 (Cuadro 10) mostró el mayor número de huevos eclosionados (Fig.27). Esto se debió a que estos huevos se incubaron en los primeros días de noviembre donde las frecuentes lluvias ejercieron gran influencia en la condición A.

En la condición B, en el nido 3, el porcentaje de eclosión obtenido fue de 92% (Fig. 20), lo cual indica que se aproxima al porcentaje de eclosión que han descrito científicos como Woody (1981), quien obtuvo el 95% de eclosión.

En general, obtuvimos un 63 % de eclosión, sumando el número de huevos que eclosionaron en las dos condiciones de incubación.

Si consideramos a la temperatura de incubación, como parámetro físico responsable del sexo según Merchant y Villalpando (1990), quienes establecen que huevos incubados a 28 °C producen machos y a 32 °C producen hembras, resulta difícil creer que en las cajas de estereofóam donde se registró un promedio de temperatura de 30.6 °C se produzcan machos en su mayoría, ya que se encuentra a una temperatura intermedia.

Por esta razón, creemos necesario realizar un estudio acerca de la influencia de la temperatura en la diferenciación sexual, en períodos de influencias de fenómenos naturales cíclicos como lo es el Fenómeno de El Niño.

En este sentido, es interesante señalar que Charnov and Bull (1977), indican que el desarrollo de hembras o machos depende de su adaptación y del medio ambiente en que se desarrolle.

Cuadro 10. Registro final de eclosión por nido de *L. olivacea* en ambos sistemas de incubación seminatural, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10)

No. de Nido	T.H.	H.E.	H.N.E.
1	89	74	15
2	44	33	11
3	100	87	13
4	100	81	19
5	64	43	21
6	50	32	18
7	100	72	28
8	99	50	49
9	89	26	63
10	94	23	71
<u>Total:</u>	829	521	308

T.H. = Total de huevos (condición A y B)

H.E. = Huevos eclosionados

H.N.E. = Huevos no eclosionados

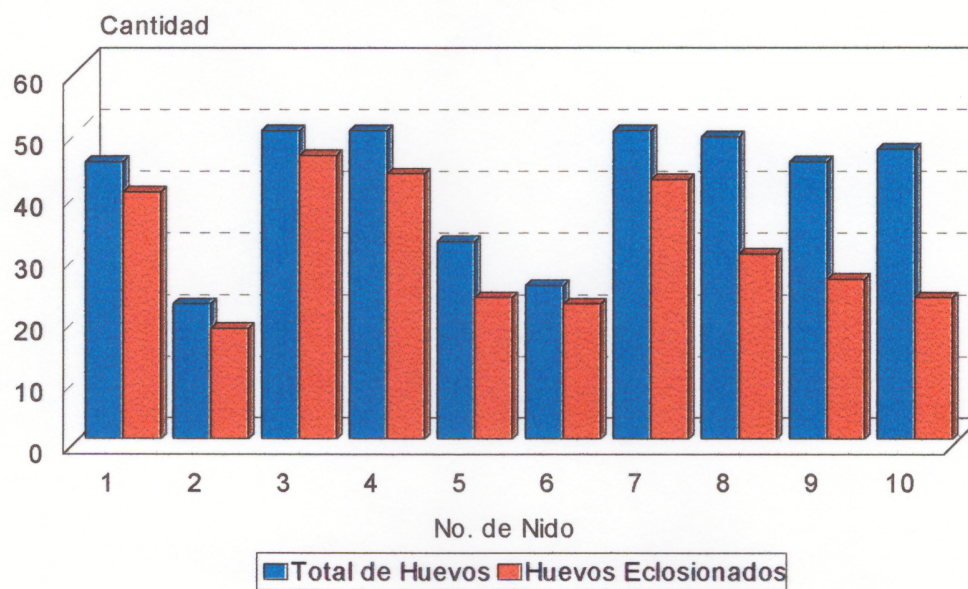


Fig. 26. Registro de eclosión por nido de *L. olivacea* en la condición de incubación seminatural B, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10).

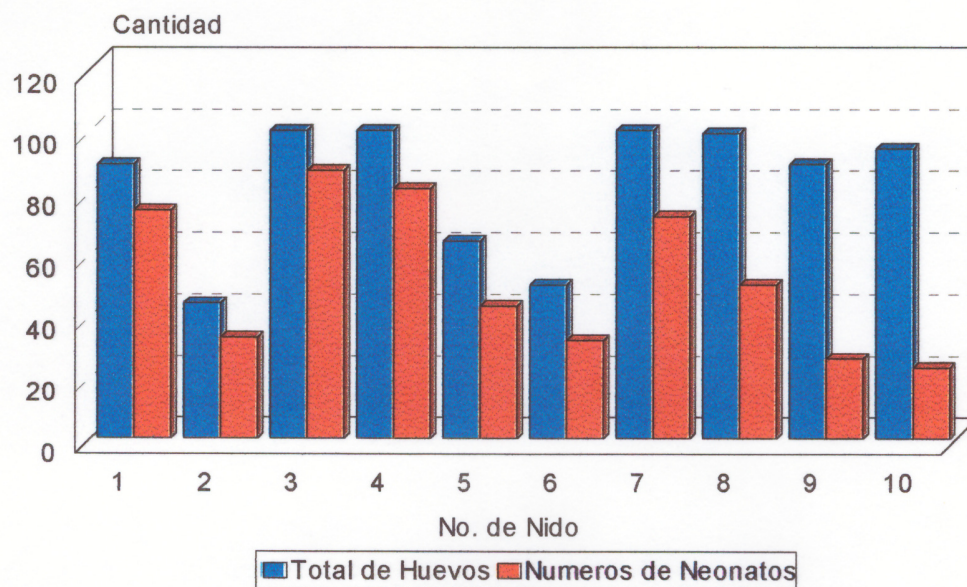


Fig. 27. Registro final de eclosión por nido de *L. olivacea* en ambas condiciones de incubación seminatural, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10).

Pruebas estadísticas se aplicaron para determinar cuál de las variables analizadas (temperatura y pH) mostraba relación con el período y el éxito de eclosión en ambas condiciones de incubación.

Se encontró que la temperatura (Fig.28) en relación al período de incubación fue altamente significativa ($p < 0.01$) en la condición B.

A temperaturas que oscilaron entre 29.9 a 30.4 °C, el período de incubación fue menor. En la condición A, esta relación no fue significativa y las temperaturas registradas fueron bastante altas.

Cabe señalar que la temperatura en relación con los huevos eclosionados en la condición B, fue muy significativa ($p < 0.01$).

A temperaturas más bajas se registró el mayor número de eclosiones (Fig. 28).

Los períodos de incubación en la condición A, fueron más largos que en la condición B (Fig. 9). Estos períodos oscilaron entre los 56 a 60 días. Cuando el número de días de incubación era mayor de los 60 (Cuadro 1) no se registraron neonatos debido a la gran influencia de la temperatura, que provocó en el sustrato un calentamiento excesivo y pérdida de humedad, esto creó un ambiente hostil para el desarrollo de los huevos. La falta de humedad por exceso de calor deshidrató la cáscara lo que evitó el intercambio de agua.

Trabajos realizados por Paukstis y Packard (1981), citados en Morris et. al., (1983) establecen que el nacimiento de quelonios aumenta cuando se mantiene húmedo el sustrato,

ya que la temperatura dentro del nido resulta más tolerable y la flexibilidad de la cáscara permite el intercambio de agua con el sustrato y la atmósfera.

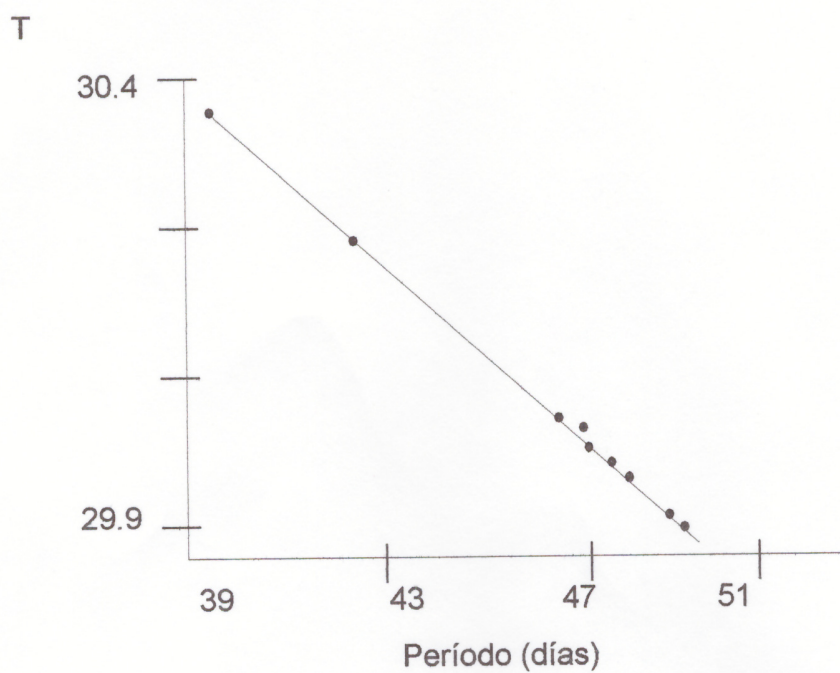


Fig. 28. Relación entre la temperatura y el período de incubación en la condición seminatural B, desde Octubre de 1997 a Enero de 1998, en Playa La Barqueta, Alanje. (n=10).

En la condición B hubo una relación significativa ($p < 0.05$) entre los días de incubación y los huevos no eclosionados. Estos períodos oscilaron entre 40 a 52 días (Cuadro 2), lo que indica que en la condición B, en menos tiempo obtuvimos un mayor número de huevos eclosionados en comparación con la condición A.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Cornelius et. al. (1985), quien señala que huevos incubados en cajas de estereofom y en condiciones controladas (artificialmente), tardan en eclosionar de 43 a 58 días en Playa Nancite, Costa Rica.

Sin embargo, nuestros resultados difieren de los trabajos realizados por Mrosovsky (1978), quien reporta que huevos de *L. olivacea* incubados en cajas de estereofom generalmente toman más tiempo en eclosionar que en condiciones naturales.

En la figura 29, las cajas de Tucky representan la relación entre el número de huevos no eclosionados en ambas condiciones de incubación seminatural. La media para la condición A fue de 13.50 con un mínimo de 7 y un máximo de 47 a diferencia de la condición B, donde la media fue 7.50 y el valor mínimo y máximo fue de 3 y 24 respectivamente.

A pesar de detectar ciertos depredadores rondando el área de incubación, no hubo reportes de depredación en ninguno de los dos sistemas.

Podemos decir con certeza, que los métodos utilizados (Fig. 5) para el control de depredación fueron satisfactorios.

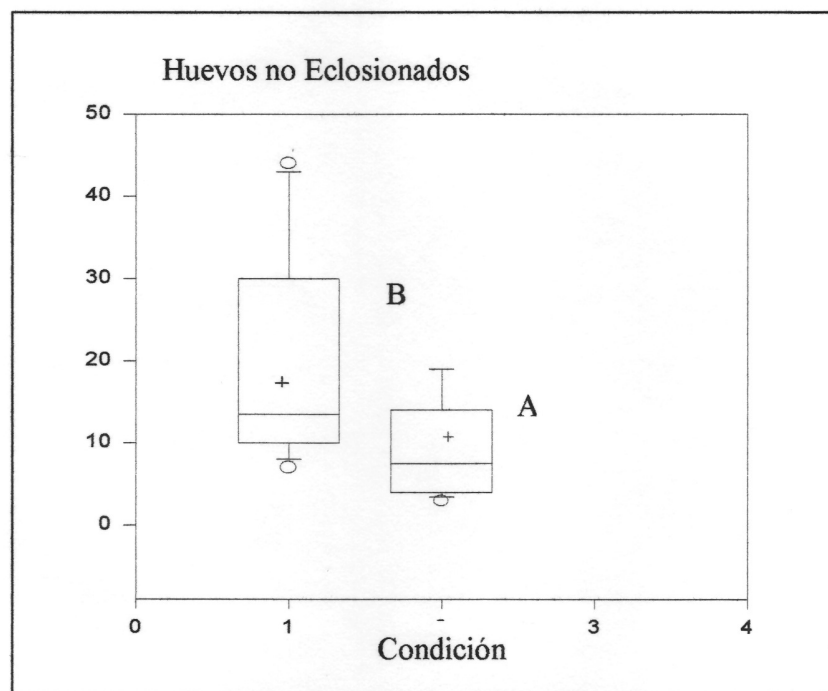


Fig. 29. Cajas de Tukey, donde se compara el número de huevos no eclosionados en ambas condiciones de incubación seminatural.

Las lecturas de pH que se realizaron en el sustrato de ambas condiciones de incubación oscilaron entre 9.1 a 9.2 en la condición A y 8.7 a 9.3 en la condición B (Cuadro 5).

Los valores en la condición A muestran un ligero aumento en relación con los valores de la condición B, pero en ambas condiciones de incubación los mismos son muy alcalinos.

Según Fassbender (1978), se considera los sustratos muy alcalinos cuando el valor del pH es igual o mayor a 8.5.

No podemos asegurar que el grado de alcalinidad en el sustrato utilizado haya influido en la eclosión de huevos, ya que los valores registrados en ambas condiciones no fueron significativos.

La relación entre la humedad, aereación, tamizado y grado de esterilización del sustrato jugó un papel muy importante en el sistema de control de contaminación de los nidos en la incubación seminatural B.

Utilizar métodos sencillos de manejo que sean de utilidad por nuestros campesinos e investigadores, fue un éxito en esta condición, pues la técnica utilizada para los controles de humedad se realizó de manera rudimentaria o tradicional.

Mc. Gehee (1990), señala que el promedio de humedad que contiene la arena en anidación natural de Caretta caretta, es de 18%. En condiciones artificiales o seminaturales de incubación, el porcentaje de humedad óptimo para la misma especie es de 25%, lo que aumenta el índice de natalidad y la longitud del plastron en los neonatos.

Por el contrario, Acuña (1980) señala que no hay reportes exactos relacionados con la humedad mínima necesaria para la incubación de huevos de tortuga en condiciones artificiales, naturales y seminaturales.

En la figura 4 se muestra la forma como se llevó a cabo el intercambio gaseoso en la condición B. Cada nido presentaba un tubo de PVC (1/2 pulgada) en cada uno de los cuatro compartimientos. Esto permitió la aereación eficaz del sustrato y por consiguiente de los huevos incubados, lo cual resultó favorable para mantener el sistema con una tasa de oxígeno adecuada.

Ackerman (1980, 1981 a y b), demostró que el consumo de oxígeno en huevos incubados de Caretta caretta, varía de 40 a 60 cm cúbicos de oxígeno por gramo de masa inicial de huevos. Además comenta que si el intercambio con el medio que se incuba es limitado, el crecimiento de los embriones y las eclosiones disminuyen.

La arena utilizada como sustrato en la condición B fue cernida con tamices tipo STANDARD TESTING SIEVE, # 25 (710 micras) y # 30 (600 micras) que permitieron obtener una granulometría muy fina.

Investigaciones realizadas por Acuña (1980), Schultz (1975), Raj, (1976); Wood et. al. (1979), Ackermann (1980), Dutton et. al. (1985) y Ugalde (1986), llegaron a la conclusión de que la colocación de capas finas de arena en los huevos a incubar producen menos perturbaciones en el proceso de desarrollo de los quelonios.

Cabe señalar que la granulometría de la arena facilita la retención de agua por un período de tiempo mayor, permitiendo que los huevos se desarrollaran en condiciones húmedas favorables.

Por otro lado, luego de tamizado el sustrato, se lavó con una solución de cloro al 5%, con el fin de destruir la mayor parte de microorganismos (bacterias y hongos), con el fin de crear un ambiente aséptico y estéril, que evitó la acción de los mismos hacia los huevos en desarrollo.

En nuestro trabajo no hubo registros de muerte embrionaria por causa de hongos o bacterias en el sistema B, ya que la esterilización también contribuyó a la destrucción de partículas y restos de material orgánico de gran tamaño (vegetales, animales, cáscaras de huevos, etc.)

La presencia de material orgánico puede estar asociado con el crecimiento de colonias bacterianas u hongos, las cuales pueden resultar patógenas para los embriones (Hill, 1971,; Acuña 1980 y Cornelius et. al. 1985).

Es importante resaltar el uso de cajas de estereofóam, cuando se presentan fenómenos atmosféricos, que afectan la eclosión de huevos, y que por ende disminuyen el número de neonatos. Este sistema garantizaría que en épocas donde existen cambios climáticos drásticos, atribuidos a fenómenos cíclicos como lo fue el Fenómeno de El Niño, aumente las eclosiones, contribuyendo a que un mayor número de neonatos tengan la posibilidad de alcanzar el estado adulto y regresar a nuestras playas a ovopositar.

La utilización de estas cajas también es una forma económica y sencilla de manejo y conservación de una especie que no escapa del peligro de extinción, como lo es la tortuga lora, Lepidochelys olivacea.

Además, su conservación puede ser un atractivo turístico en nuestra provincia, el cual puede generar otros ingresos económicos a las personas que habitan en esta playa, y que dependen de la pesca y la llegada de visitantes en época de verano.

CONCLUSIÓN

- El sistema de incubación seminatural B resulta más ventajoso que el sistema A, ya que permite aumentar la población de tortugas y sobre todo en épocas donde las condiciones climáticas no son favorables. Este sistema registró el mayor éxito de eclosión.

- El éxito de eclosión de huevos depende en gran parte en la temperatura en el sistema de incubación.

Cambios climatológicos adversos, como el Fenómeno de "El Niño" influyeron negativamente en la llegada de tortugas a ovopositar. Se registró una menor cantidad en los meses de Junio a Septiembre.

- El control de depredación durante el desarrollo en ambos sistemas de incubación permite que un mayor número de tortugas regresen al mar.

- La humedad del sustrato en el sistema de incubación es un factor importante, tanto para la eclosión de huevos como para mantener un ambiente donde la temperatura sea favorable a dicha eclosión.

- El sistema de incubación seminatural B, utilizando cajas de estereofom permite mantener condiciones de temperaturas más estables y controladas.

RECOMENDACIÓN

- Poner en práctica el sistema de incubación B, en el proyecto de tortugas, Playa La Barqueta y otros proyectos, debido a su facilidad de manejo, costo y accesibilidad, que permiten obtener buenos resultados en la eclosión.

- En Playa La Barqueta, donde la anidación de Lepidochelys olivacea ha disminuído en los últimos años, resulta necesario repoblar la misma, es decir, transplantar huevos de tortugas de playas donde haya anidaciones masivas de esta especie, como ocurre en Isla Cañas, Provincia de Los Santos.

- Los viveros o corrales para la incubación de huevos, deben construirse más cerca al área que normalmente utilizan para ovopositar las hembras.

- Construir un estanque para mantener crías por cierto tiempo, con fines de investigación, educación, exhibición, atractivos turísticos y conservación, evitando de esta manera que sean más vulnerables hacia los depredadores marinos y humanos.

- Resulta necesario realizar estudios en L. olivacea, sobre el efecto de la temperatura de incubación en la diferenciación sexual.

- Debe existir un mayor rigor en cuanto a la vigilancia y protección de los huevos que deposita la tortuga mulato, ya que el consumo de las mismas cada día se ve en aumento y la población de ésta disminuye.

- En proyectos de conservación de tortugas, como es el caso de Playa La Barqueta es imprescindible poseer el apoyo económico por parte del gobierno o instituciones no gubernamentales y extranjeras, con el fin de adquirir los materiales, equipos e instrumentos apropiados para llevar a cabo las investigaciones.

- Se debe continuar con trabajos con carácter científico que puedan ofrecer más apoyo de conocimiento de la especie en nuestras playas, lo cual es básico para el desarrollo de estrategias de manejo.

- Involucrar a las personas de la comunidad en proyectos de investigación como el realizado en playa La Barqueta, con el objetivo de proteger a una especie en peligro de extinción y a la vez la comunidad se beneficie a través del desarrollo sostenible.

- El acceso de los barcos pesqueros a la cercanías de la playa ha sido frecuente. Por tanto, creemos necesario controlar y vigilar para que se cumplan con los límites establecidos. De igual forma recomendar la utilización de redes de exclusión de tortugas en dichos barcos.

BIBLIOGRAFÍA

ACKERMAN, R. A., 1980. Physiological and Ecological Aspect of gas exchange by sea turtles eggs. Amer. Zool. 20: 575-583.

_____ 1981a. Oxygen consumption by sea turtles (Chelonia, Caretta) eggs during development. Physiol. Zool. 54(3): 316-324.

_____ 1981b. Growth and gas exchange embryonic sea turtles (Chelonia, Carette). COPEIA 4:757-765.

ACUÑA, R. A., 1980. Aspectos de la fase terrestre de la tortuga lora, Lepidochelys olivacea. Sistema de Postgrado. Tesis de Maestría. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 115 p.

_____ 1994. Conservación y Ecología de las tortugas terrestres, semiacuáticas y acuáticas de Costa Rica. Editorial Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica. 52 p.

BELLAIRS, A., 1975. Los Reptiles. Historia Natural Destino. Tomo II, Barcelona, España. 695 p.

CARR, A., 1967. So excellent a fishe. Natural History. Press Doubleday. New York.

_____ 1992. The sea turtles. University of Texas. Press Edition. U.S. págs. 91-95 y
122.

CHARNOV, E. L. and BULL, J., 1977. When is sex environmentally determined ?. Nature
266: 828-830.

CORNELIUS, S. E., 1975. Marine turtles mortalities along the Pacific Coast of Costa Rica.
COPEIA 186-187.

_____ 1976. Marine turtles nesting activity at Playa Naranjo, Costa Rica. Brenesia
8: 1-27.

CORNELIUS, S. E. and D. C. ROBINSON, 1985. Abundance, distribution and movement
of olive ridley in Costa Rica. V. Final Rept. Albuquerque.

CRASTZ, F. C. GRANDI, M., ARAUZ, L. y CRASTZ, L. 1985. Status de las tortugas
marinas del pacífico occidental de Panamá. Memoria: I Simposio
sobre tortugas marinas del Pacífico Americano. 2-6 de Diciembre.
Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

DAUNER, E., 1990. Las tortugas terrestres y acuáticas. Editorial DE VECCHI, S.A.

España. págs. 14-18.

DONOSO, R., 1966. Reptiles de Chile. Editorial de la Universidad de Chile, Santiago de

Chile. pág. 83.

DUTTON, P. H., C. P. WHITMORE and N. MROSOVSKY, 1985. Masculinization of

leatherback turtles, Dermochelys coriacea, hatchlings from eggs

incubated in styrofoam boxes. Biol. Conserv. 31: 249-264.

EL NIÑO DIVERSIFICA SUS DAÑOS. Ministerio de Recursos Naturales y del Ambiente,

Managua (MARENA). Ecología. LA PRENSA. Lunes 6 de Abril de

1998. pág. 6 C.

EWERT, M., 1979. The embryo and its egg: Development and natural history in turtles:

Perspectives and research. John Wiley & Sons. Inc. págs. 333-414.

FASSBENDER, H. W., 1978. Química de Suelos, con énfasis en suelos de América Latina.

Editorial IICA. San José, Costa Rica. 398 p.

FERRI, V., 1991. El gran libro ilustrado de las tortugas. Editorial DE VECCHI, S.A.

España. pág. 18 y 38.

FIGUEROA, M., 1987. Rangos de temperatura que afectan el desarrollo embriológico de la tortuga golfina, Lepidochelys olivacea. en Flora y Fauna, Departamento de Biología, Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias y Humanidades. Vol. 8 No. 1. San Salvador, febrero 1991. 138 p.

HICKMAN, C., L. ROBERT, F. HICKMAN, 1993. Zoología. Interamericana Mc Graw Hill. Octava Edición. pág. 705.

HILL, R. L., 1971. The effect of rupturing eggs in sea turtles nest on the hatchling emergence percentage. Suriname Turtles Notes. 3. Stichting. Naturbehoud. Suriname (STINASI) Meded. 2:14.

HUGHES, D. A. and RICHARD, J. D., 1974. The nesting of the Pacific Turtle, L. olivacea in Playa Nancite, Costa Rica. Marine Biol. 24 (2): 97-107

INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL TOMMY GUARDIA. 1988. Atlas nacional de la República de Panamá. Tercera Edición. Impreso en el Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. Panamá. pág. 178.

JANZEN, D. H., 1991. Historia Natural de Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica. Costa Rica. págs. 365 y 408-409.

- MARQUEZ, R. M., A. VILLANUEVA, y J. L. CONTRERAS., 1973. Instructivo para la protección de las tortugas marinas. Programa de Tortugas Marinas. Instituto Nacional de Pesca. Subsecretaria de Pesca. México. pág. 1.
- MARQUEZ, R. M., 1978. The Atlantic ridley in México. 1978 season and conservation programe. Marine turtles Newsletter, 9:2.
- _____ 1996. Las Tortugas Marinas y nuestro tiempo. Primera Edición. México. 197p.
- MERCHANT, H. L.; VILLALPANDO, I. F.; CENTENO, B.U. 1989. Gonadal Morphogenesis under controlled temperature in the sea turtles, Lepidochelys olivacea. Herpetological monograph, 3: 43-61.
- MERCHANT, H. L. y VILLALPANDO, I. F., 1990. Effects of temperature on gonadal sex differentiation in the sea turtle (Lepidochelys olivacea): an organ culture study, J. Experimental Zoology, Vol. 254: 327-331.
- Mc. GEHEE., 1990. Effects of moisture on eggs and hatchling of loggerhead, sea turtles (Caretta caretta). Herpetologica, 46 (3): 251-258.
- MINELLI, G., 1988. Los Reptiles conquistan la tierra. Ediciones S.M. España. pág. 26.

MORREALE, S. J., RUIZ, G. J., SPOTILA, J. R. and STANDORA, E. A., 1982.

Temperature-dependent sex determination: current practice threaten conservation of sea turtle. *Science* 216: 1245-1247.

MORRIS, K., PACKARD, G., BOARDMAN, T., PAUKSTIS, G. and PACKARD, M.

1983. Effect of the hydric environment on growth of embrionic snapping turtles (*Chelydra serpentina*), *Herpetological* 39 (3): 272-285.

MROSOVSKY, N., 1978c. Editorial *Marine Turtles Newsletter* 9: 1-2.

_____ 1982. Sex ratio bias in hatchling sea turtles from artificially incubated eggs. *Biological Conservation*. 23: 309-314.

_____ 1983. *Conserving Sea Turtles*.

PARKERS, H. W. y BELLAIRS A., 1975. Los anfibios y los reptiles. *Historia Natural Destino*. Tomo 10, Barcelona, España. pág. 221.

PIEAU, C., 1971. Sur la proportion sexuelle chez les embryons de deux Chéloniens (*Testudo graeca* L. et *Emys orbicularis* L.) issus d'oeufs incubés

artificiellement. Comptes Rendus des Séances de L'Académie des Sciences, Paris, Ser. D. 272: 3071-1374.

PRITCHARD, P., 1979. Encyclopedia of Turtles. Publications, Inc. Ltd. U.S. págs. 73-75 and 708-712. RAJ, U., 1976. Incubation and hatchling success in artificially incubated eggs of the hawksbill turtle Eretmochelys imbricata (Linn) J. Exp. mar. Biol. Ecol. 21: 91-99.

REBEL, T. P., 1974. Sea turtles and the turtles industry of the west indians, Florida and the Gulf of México. University Miami Press.

SCHULTZ, J. P., 1975. Sea turtles nesting in Surinam. Zoologische Verhandelingen, Netherlands. 143: 1-143.

SCHWARZKOFF, L. and BROOKS, R. J. 1985. Applications of operative environment al temperatures to analysis of basking behavior in Chrysemys picta. Herpetologica. 41 (2): 206-212.

THOMPSON, M., 1993. Oxygen consumption and Energetics of Development in eggs of the leatherback Turtle, Dermochelys coriacea, Comp. Biochem. Physiol. Vol. 104A, No. 3: 449-453.

- UGALDE, A., 1986. La temperatura como factor determinante del sexo de tortuga lora, Lepidochelys olivacea, Eschscholtz. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 53 p.
- WOOD, J. R. y F. E. WOOD, 1979. Artificial incubation of green sea turtle eggs (Chelonia mydas). Proc. Word. Maric. Soc. 10: 215-221.
- WOODY, J. B., 1981. Kemp's Ridley: preliminary nesting in formation Marine Turtle Newsletter. 19:13.
- YNTEMA, C. L., 1976. Effect of incubation temperatures on sexual differentiation in the turtle, Chelydra serpentina. Journal of Morphology. 150: 453-462.
- YNTEMA, C. L., and MROSOVSKY, N., 1979. Incubation temperature and sex ratio in hatchling loggerhead turtles: a preliminary report. Marine Turtle Newsletter. 11: 9-10.
- _____ 1982. Critical periods and pivotal temperatures for sexual differentiation in loggerhead sea turtles, Canadian Journal of Zoology. 60: 1012-1016.

A N E X O S

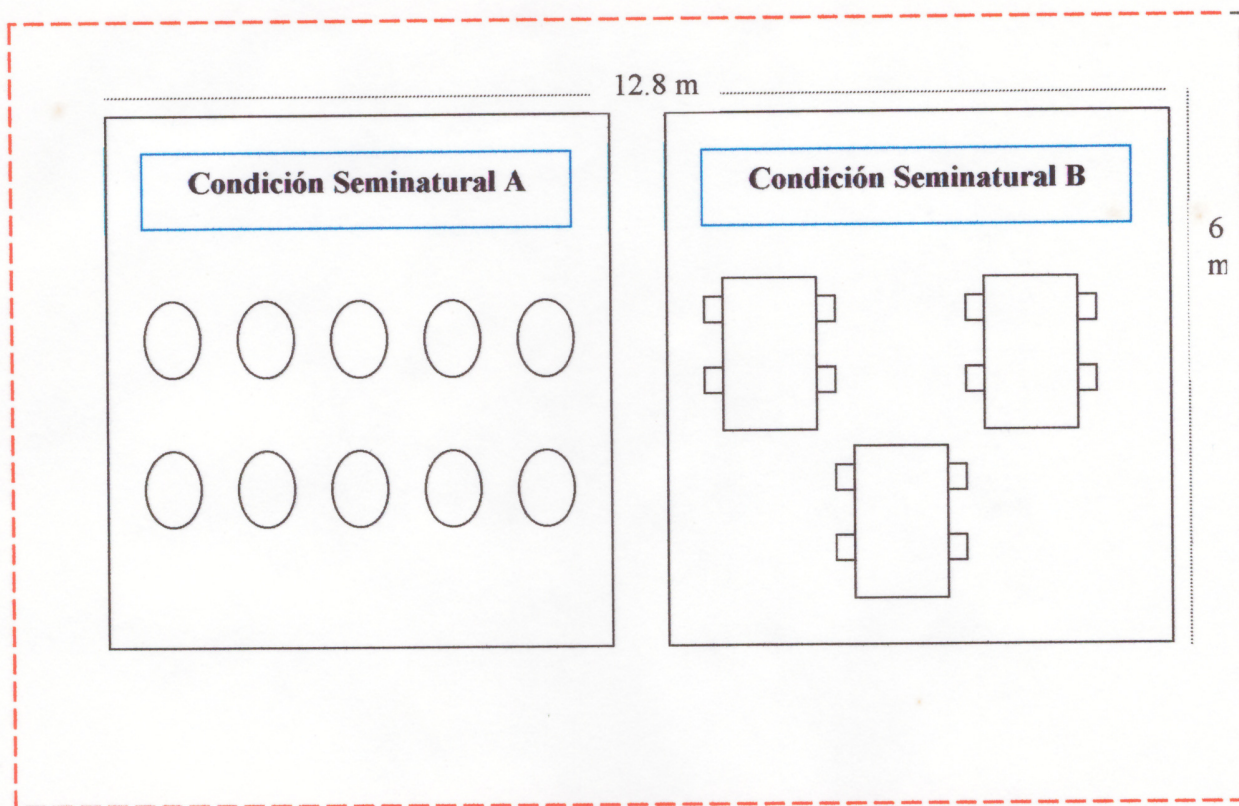


Fig. 30. Distribución de los huevos en ambas condiciones de incubación seminatural.

Universidad Autónoma
de Chiriquí
BIBLIOTECA
Dr. Roberto Jaén y Jaén

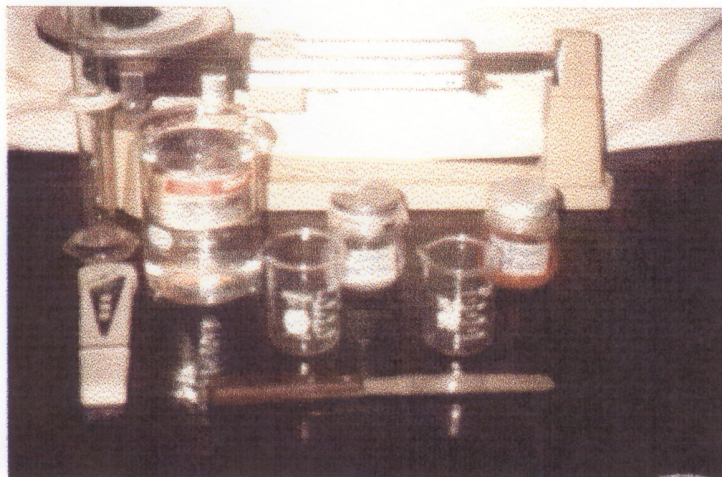


Fig. 31. Equipo y reactivos utilizados para medir el pH de ambos sustratos de incubación.



Fig. 32. Tortuga Lora (Lepidochelys olivacea)



Fig. 33. Llegada de la tortuga lora, Lepidochelys olivacea a ovopositar en Playa La Barqueta, Alanje.

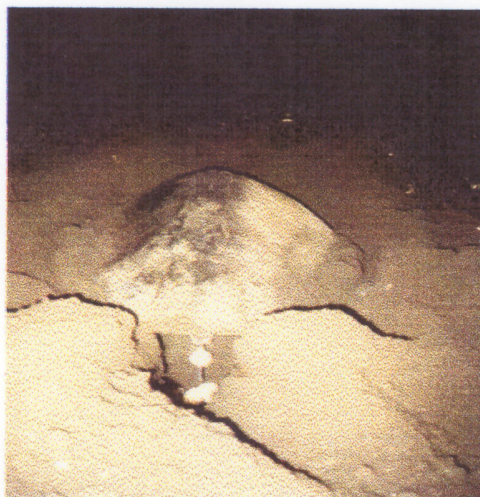


Fig. 34. Tortuga lora (Lepidochelys olivacea), desovando en Playa La Barqueta, Alanje.



Fig. 35. Tortuga lora, en su retorno al Mar, después del desove.

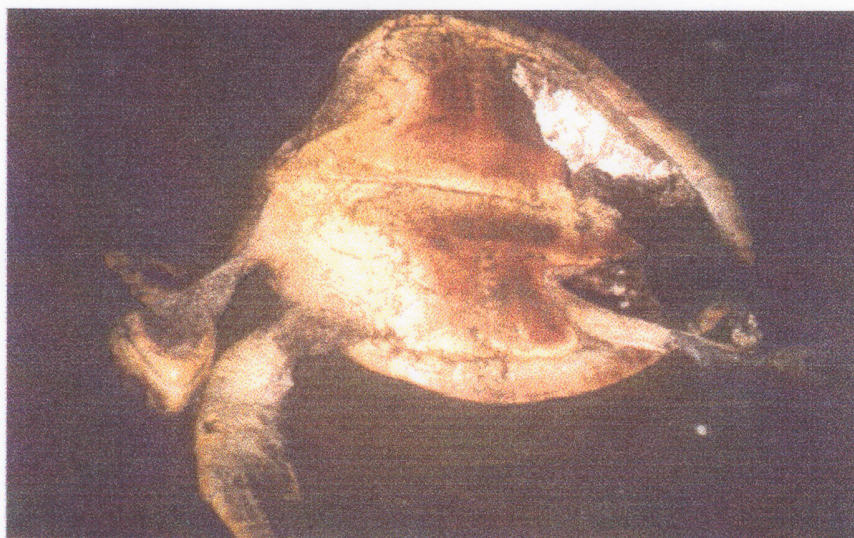


Fig. 36. Tortuga lora, encontrada a orillas de la Playa, víctima de la depredación.