

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ASPECTOS DE LA FASE TERRESTRE
DE LA TORTUGA LORA

Lepidochelys olivacea

TESIS SOMETIDA A LA CONSIDERACION DE LA COMISION
DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO EN BIOLOGIA
PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER SCIENTIAE

RAFAEL ARTURO ACUÑA MESEN

Ciudad Universitaria 'Rodrigo Facio'

San José Costa Rica

1980

A mis padres
por el profundo amor y respeto
que les guardo;
A mis hermanos con mucho cari-
ño.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Douglas C. Bastian C., por su amabilidad, atención y colaboración en la elaboración "Dejadme poblar

El Universo"

A los Profesores Dr. Frank S. Salas M., al Dr. José Miguel Juárez y al M.Sc. Carlos M. Wittig por sus sugerencias y corrección del texto original.

Lepidochelys olivacea

A la Dra. Angélica M. Flores V., por su estímulo.

A la maestra Bióloga Jolijana Meléndez, por su inapreciable colaboración en el estudio de la ultraestructura de la célula del huevo.

A los microbiólogos Dr. Gonzalo Barón y Dr. Oscar Puentes en la identificación de los hongos y bacterias de la arena y los huevos.

Al Ing. Luis Masco, Analista de Sistemas Científicos por su valiosa ayuda en el procesamiento de datos en computadora.

Al M.Sc. Juan Sebastián Chaverri, por su colaboración en la elaboración del capítulo "La ciencia es un juego de fantasía, creativo, imaginación y hechos concretos"

Al señor Federico Salvo, por su colaboración en la elaboración de las figuras.

A las personas que colaboraron en los trabajos de campo: Bióloga Fernanda Costa por facilitar el espacio de trabajo y Akyra Mecer.

A la Sra. Lic. Zaira Montiel L., por su apoyo espiritual y sus palabras siempre oportunas.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Douglas C. Robinson C., por su enseñanza, discusión y consejos en la elaboración de este trabajo.

A los Profesores Dr. Frank G. Stiles H., al Dr. José Miguel Jiménez y al M.Sc. Carlos R. Villalobos S., por su apoyo, sugerencias y corrección del texto original.

A la Dra. Eugenia Ma. Flores V., por su estímulo.

A la compañera Bióloga Jollyana Malavassi, por su inapreciable colaboración en el estudio de la ultraestructura de la cáscara del huevo.

A los Microbiólogos Dr. Gonzalo Marín y Dr. Oscar Prendas en la identificación de los hongos y bacterias de la arena y los huevos.

Al Ing. Luis Blanco, Analista de Sistemas Científicos por su valiosa ayuda en el procesamiento de datos en computadora.

Al M.Sc. Juan Bautista Chavarría, por el Consejo en el análisis bioestadístico.

Al señor Federico Valverde, por la confección de las figuras.

A las personas que colaboraron en los trabajos mecanográficos y al Biólogo Fernando Crastz por facilitarme algunos artículos.

A la Srta. Lic. Ligia Montiel L., por su ayuda espiritual y sus consejos siempre oportunos.

A mis compañeros y amigos, que en una u otra forma, me brindaron su apoyo para la feliz realización de esta investigación.

En especial para agradecer al grado de Maestro Químico.


Dr. Eusebio Hernández

Coordinador del Sistema de Estudios de Pasados de la Universidad de Costa Rica.


Dr. José María

Coordinador del Sistema de Pasados en Etiología.


Dr. Joaquín C. Rodríguez C.

Director de Pasados.

Dr. Frank G. Velasco H.

Miembro del Tribunal


Dr. José R. Jiménez S.

Miembro del Tribunal


Dr. Carlos F. Fernández S.

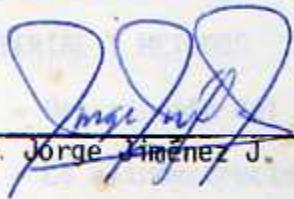
Miembro del Tribunal

Esta Tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de POSGRADO EN BIOLOGIA de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado de Magister Scientiae.



Dr. Elemer Bornemisza

Coordinador del Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica.



Dr. Jorge Jiménez J.

Coordinador del Sistema de Posgrado en Biología.

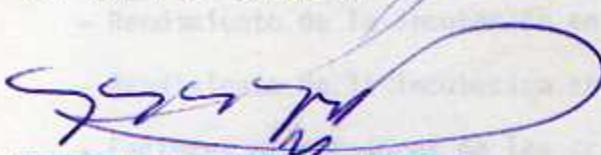


Dr. Douglas C. Robinson C.

Director de Tesis

Dr. Frank G. Stiles H.

Miembro del Tribunal



Dr. Jose M. Jiménez S.

Miembro del Tribunal



M. Sc. Carlos R. Villalobos S.

Miembro del Tribunal



Rafael Arturo Acuña Mesen

INDICE GENERAL

	<u>Página</u>
RESUMEN	x
INDICE DE CUADROS	xiii
INDICE DE FIGURAS	xvi
INDICE DE LAMINAS	xviii
INTRODUCCION	19
MATERIAL Y METODOS	23
- Descripción del área de estudio	23
- La ultraestructura de la cáscara del huevo de <i>L. olivacea</i>	25
- Transporte de agua a través de la cáscara de los huevos de <i>L. olivacea</i> .	25
- Consumo de oxígeno de los huevos y su osmolaridad interna.	26
- Aspectos microbiológicos de los huevos de <i>L. olivacea</i> y de la playa de Ostional.	26
- Fertilidad, abortos y etapa de desarrollo embrionario abortada.	27
- Rendimiento de la incubación en condiciones naturales.	28
- Rendimiento de la incubación artificial.	28
- Factores orientadores de las crías.	29
- Análisis de los datos.	33
	34
RESULTADOS	
- Descripción de la ultraestructura de la cáscara del huevo de <i>L. olivacea</i> .	34
- Transporte de agua a través de la cáscara de los huevos de <i>L. olivacea</i> .	40

- Consumo de oxígeno de los huevos y su osmolaridad interna.	45
- Aspectos microbiológicos de los huevos de <i>L. olivacea</i> , y de la playa de Ostional.	45
- Fertilidad, abortos y etapa de desarrollo embrionario, abortada.	48
- Rendimiento de la incubación en condiciones naturales.	55
- Rendimiento de la incubación artificial.	62
- Factores orientadores de las crías.	62
1) Orientación en un aro de madera.	62
2) Relación del tamaño y peso en el tiempo de desplazamiento.	76
3) Efectos del cautiverio sobre el grado de orientación.	78
DISCUSIÓN.	84
- La ultraestructura de la cáscara de <i>L. olivacea</i> .	85
- Transporte de agua a través de la cáscara, consumo de oxígeno y osmolaridad interna.	85
- Aspectos microbiológicos de la playa de Ostional y de los huevos de <i>L. olivacea</i> .	88
- Fertilidad, abortos y etapa de desarrollo embrionario abortada.	90
- Rendimiento de la incubación en condiciones naturales.	94
- Rendimiento de la incubación artificial.	96
- Orientación de las crías.	99
1) Orientación dentro de un aro de madera.	99
2) Relación del tamaño y peso en el tiempo de desplazamiento.	101
3) Efecto del tiempo de cautiverio sobre su éxito en alcanzar el lecho marino por primera vez.	102

ÍNDICE

	<u>Página</u>
CONCLUSIONES	104
LITERATURA CITADA	106
ANEXOS	

VE DE ERRATAS

Página	Párrafo	Donde dice	Debe decir
23	3	ka	n
67	2	I y III	II y III
105	1	model B	modelo B
81	CUADRO Nº 18	correlación	correlación simple

RESUMEN

Esta investigación estudia algunos aspectos de la fase terrestre del ciclo de vida de la tortuga lora *Lepidochelys olivacea* Eschscholtz y los principales factores que influyen sobre ella.

Desde el momento que los huevos de *L. olivacea* son depositados por las hembras en la playa, están sometidos a intercambios de líquido y gases con su ambiente externo que pueden estudiarse más fácilmente en un medio acuoso con diferente salinidad. De esta forma se observa que los huevos colocados en agua con salinidades menores de 20 ‰ ganan peso y que a mayores concentraciones salinas lo pierden por la entrada y salida de líquido respectivamente. Los huevos colocados en agua dulce consumen más oxígeno (hasta 5,40 mg O₂/l en 24 horas) que aquellos colocados en agua marina (4,83 mg O₂/l) o destilada (3,02 mg O₂/l) a una temperatura de 22 C; sin embargo la salinidad no afecta significativamente la difusión del oxígeno. Estos intercambios están regulados por la ultraestructura de la cáscara, descrita en este trabajo y por su osmolaridad interna las cuales se determinaron por primera vez.

La tortuga lora exhibe cierta periodicidad en sus actividades reproductivas que se manifiestan en el fenómeno de arribada, en el número de huevos depositados en la playa y en la fertilidad de los mismos. En una muestra de 12.087 huevos, la proporción de huevos fértiles/muestra durante la época seca fue 0,166 (16,6%) y durante la lluviosa fue de 0,39 (39,00%). Este aumento parece indicar que el apareamiento ocurre frente a nuestras costas durante la época de arribada, las cuales por lo general se presentan en la estación lluviosa. Una vez fecundadas las hembras, que traen

cantidades considerables de huevos potenciales, los depositan en la playa después de la formación de la cáscara, para su posterior desarrollo.

Las características físicas del ambiente en que se desarrollan estos huevos, como temperatura, humedad, grosor de la capa superior de arena, aireamiento del nido, sólo pueden controlarse en incubaciones artificiales, sin embargo sus interrelaciones son sumamente complejas lo que provoca un rendimiento mucho menor si se compara con el obtenido en incubaciones naturales. Es así como en las condiciones naturales de la playa de Ostio - naí se obtuvo un rendimiento máximo de 95,00% de nacimientos y en incubaciones artificiales realizadas en la Universidad de Costa Rica fue de 34,00%. En incubaciones naturales los factores físicos varían diaria y estacionalmente y dependen en parte de la zona de la playa que se esté considerando. Desde este punto de vista, se pueden establecer tres zonas de playa bien definidas, de acuerdo al alcance de las mareas (seca, periódicamente húmeda y siempre húmeda), en las que se dan diferentes porcentajes de abortos (embriones muertos) en las diferentes estaciones del año. Estos oscilan entre 4,66 durante el verano (la mayoría de ellos localizados en la zona seca) y 10,66 durante el invierno (la mayor parte localizados también en la zona seca), determinados a partir de una muestra total de 12.087 huevos examinados.

Después de la eclosión, las crías se orientan hacia áreas abiertas y luminosas (mar y sol respectivamente), aunque éstos no sean visibles para ellas. Su tamaño influye significativamente en el tiempo de desplazamiento, no así su peso. El tiempo y la longitud del recorrido se alargan al aumentar las horas de cautiverio, sin embargo, en un mismo día y al pasar

de la mañana a la noche (a temperaturas inferiores de 33 C), la eficiencia del desplazamiento aumenta.

El estudio profundo de los factores que influyen en la fase terrestre del ciclo de vida de *L. olivacea*, hace necesarias más investigaciones sobre las condiciones físico-químicas y bióticas de las playas de anidación. Esta información complementarí el presente trabajo, lo que permitiría resolver muchos problemas biológicos de esta especie, que está en peligro de extinción.

INDICE DE CUADROS

<u>Cuadro N°</u>		<u>Página</u>
1	Cambio porcentual del peso de los huevos de <u>L. olivacea</u> sumergidos en 750 ml de agua con diferentes salinidades y pesados cada dos horas (Sistema N° 1 de difusión experimental).	41
2	Cambio porcentual del peso de los huevos de <u>L. olivacea</u> sumergidos en 750 ml de agua con diferentes salinidades y pesados cada 12 horas (Sistema N° 2 de difusión experimental).	43
3	Consumo de oxígeno (en mgO ₂ /l) por los huevos de <u>L. olivacea</u> sumergidos en tres tipos diferentes de agua.	46
4	Fertilidad de los huevos de <u>L. olivacea</u> en seis meses de observaciones, determinada a partir de una muestra de 12.087 huevos.	49
5	Distribución del número de abortos durante la época seca y lluviosa en tres zonas de la playa de Ostional, a partir de una muestra de 12.087 huevos de <u>L. olivacea</u> .	51
6	Distribución del número de abortos en diferentes etapas de desarrollo embrionario, determinados a partir de 1795 huevos con embriones muertos encontrados en las tres zonas de la playa.	55
7	Distribución del número de huevos, porcentaje de nacimientos y tiempo de eclosión, en veinte nidos de <u>L. olivacea</u> , incubados en condiciones naturales, estudiados en la playa de Ostional de octubre a diciembre de 1978.	57
8	Número absoluto de abortos para los grupos de huevos superiores más inferiores (A), centrales (B) y totales (C) de los nidos naturales, examinados en la época seca y lluviosa en Ostional (Guanacaste).	60
9	Valores de Chi-cuadrado correspondientes al número de abortos de los huevos de <u>L. olivacea</u> en la época seca y lluviosa.	61

<u>Cuadro N°</u>		<u>Página</u>
10	Resultados de la incubación artificial de huevos de <u>L. olivacea</u> en la Universidad de Costa Rica a una temperatura de 28 a 30°C.	63
11a.	Frecuencia absoluta de tortuguitas en los cuadrantes A, B, C y D, durante las horas de la mañana en días soleados (Experimentos realizados con tortuguitas capturadas el mismo día (I y II) y con crías colectadas una noche antes (III).	68
12a.	Frecuencia absoluta de tortuguitas en los cuadrantes A, B, C y D, durante las horas de la mañana en días sin sol (Experimentos realizados con crías recogidas la noche anterior (aproximadamente 12 horas antes).	69
13a.	Frecuencia absoluta de tortuguitas en los cuadrantes A, B, C y D, durante las horas de la mañana en días sin sol (Experimentos con tortuguitas capturadas dos noches antes (aproximadamente 36 horas antes).	70
14a.	Frecuencia absoluta de tortuguitas en los cuadrantes A, B, C y D, durante las horas de la tarde en días soleados (Experimentos realizados con especímenes colectados el mismo día).	71
15a.	Frecuencia absoluta de tortuguitas en los cuadrantes A, B, C, y D durante las horas de la noche (Experimentos realizados con crías recogidas una noche antes (aproximadamente 20 horas antes).	72
11b.	Distribución de los valores de Chi-cuadrado correspondientes al número de tortuguitas utilizadas en los experimentos del cuadro N° 11a.	73
12b.	Distribución de los valores de Chi-cuadrado correspondientes al número de tortuguitas utilizadas en los experimentos del cuadro N° 12a.	74
13b.	Distribución de los valores de Chi-cuadrado correspondientes al número de tortuguitas utilizadas en los experimentos del cuadro 13a.	74
14b.	Distribución de los valores de Chi-cuadrado correspondientes al número de tortuguitas utilizadas en los experimentos del cuadro N° 14a.	75

Cuadro N°

Página

15b.	Distribución de los valores de Chi-cuadrado correspondientes al número de tortuguitas utilizadas en los experimentos del cuadro N° 15a.	75
16	Correlación simple entre peso, tamaño y tiempo de desplazamiento de las crías de <u>L. olivacea</u> .	77
17	Determinación del tiempo y las distancias recorridas por las tortuguitas de <u>L. olivacea</u> en los experimentos para establecer el efecto de las horas de cautiverio en el éxito para alcanzar el lecho marino.	79
18	Pruebas de correlación entre distancia y tiempo en recorrer 20 metros de playa para crías de <u>L. olivacea</u> con diferentes periodos de cautiverio.	81

INDICE DE FIGURAS

<u>Figura N°</u>		<u>Página</u>
1	Localización del área de estudio de la fase terrestre de <u>L. olivacea</u> .	24
2	Representación del área dentro del aro de madera en el estudio de los factores orientadores dominantes de las crías de <u>L. olivacea</u> .	32
3	Representación del área de estudio en la determinación de la relación tamaño, peso y tiempo de desplazamiento de las crías de <u>L. olivacea</u> .	32
4	Representación del área de experimentación en la determinación del efecto del cautiverio sobre la distancia y el tiempo de recorrido de las tortuguitas de <u>L. olivacea</u> .	32
5	Variaciones en el aumento del peso de los huevos de <u>L. olivacea</u> sumergidos en 750 ml de siete tipos de agua con diferentes salinidades (Sistema 1).	42
6	Variaciones en el aumento porcentual del peso de los huevos de <u>L. olivacea</u> sumergidos en 750 ml de siete tipos de agua con diferentes salinidades (Sistema 2).	44
7	Representación del consumo de oxígeno por los huevos de <u>L. olivacea</u> en tres tipos diferentes de agua (destilada, dulce y marina), determinado midiendo el descenso del contenido de oxígeno disuelto.	47
8	Representación de la proporción de huevos fértiles respecto al total de huevos examinados en la época seca o lluviosa.	50
9	Representación del porcentaje de abortos en cada zona de la playa a partir de una muestra de 12.087 huevos examinados.	52
10	Número de abortos por mes en las diferentes zonas de la playa de Ostional, observados de diciembre de 1978 a junio de 1979 de una muestra total de 12.087 huevos.	53

<u>Figura N°</u>		<u>Página</u>
11	Representación del porcentaje de abortos para cada una de las etapas de desarrollo embrionario en cada zona de la playa, a partir de 1.795 huevos abortados.	56
12	Relación entre el porcentaje de nacimientos y el número de huevos de <u>L. olivacea</u> en condiciones naturales.	58
13	Relación entre el período de incubación y el número de huevos de <u>L. olivacea</u> en condiciones naturales.	59
14	Rendimiento de la incubación artificial en dos modelos experimentales.	64
15	Número de días transcurridos hasta la eclosión de cuatro experimentos de incubaciones artificiales diferentes.	65
16	Estimación a intervalos del número de huevos, encontrados por grupo de nidos investigados (n), en cada visita a la playa de Ostional del 14 de diciembre de 1978 al 19 de junio de 1979. (La línea horizontal indica el rango; la línea vertical pequeña representa el promedio (\bar{x}) y la barra sombreada la desviación estándar).	66
17	Relación entre el tiempo del recorrido y el período de cautiverio.	82
18	Relación entre la distancia recorrida y el período de cautiverio.	83

INDICE DE LAMINAS

<u>Lámina N°</u>		<u>Página</u>
1	a) Panorama general de la superficie de la cáscara del huevo de <u>Lepidochelys olivacea</u> (60X).	35
	b) Superficie de la zona gruesa de la cáscara del huevo de <u>L. olivacea</u> (300X).	
2	a) Superficie de la zona delgada de la cáscara del huevo de <u>L. olivacea</u> mostrando las unidades de sales de calcio y los poros (350X).	36
	b) Unidades de sales de calcio de la cáscara del huevo de <u>L. olivacea</u> (600X).	
3	a) Corte transversal de la cáscara del huevo mostrando una primera capa de unidades de sales de calcio en forma de abanico, una segunda capa con sales compactadas e interiormente la membrana corioalantoidea (200X).	37
	b) Corte transversal de la cáscara del huevo en la que se observan las secciones indicadas en la lámina 3a (300X).	38
4	a) Poro de la cáscara del huevo (1000X).	39
	b) Subunidades de sales de calcio presentes en la cáscara del huevo (800X).	

INTRODUCCION

La importancia de las tortugas marinas se pone de manifiesto al observar que cada día es menor su número debido principalmente a la explotación humana. Cada vez más países se interesan en ellas o instituciones tales como la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, se han preocupado por darles protección adecuada.

La especie *Lepidochelys olivacea* Eschscholtz, existe aún con relativa abundancia en poblaciones locales, lo que permite el estudio de aspectos de su ciclo de vida. A pesar del gran interés que hay en la actualidad por las diversas tortugas marinas, gran parte de la información disponible sobre esta especie sigue siendo de tipo anecdótico, con pocas excepciones, p.e. el trabajo de Schulz (1975). Los estudios realizados son generalmente investigaciones de laboratorio o bien se informa sobre aspectos muy específicos.

Cada playa proporciona condiciones ecológicas bastante distintas y existe evidencia, aún sin confirmar, de que las distintas poblaciones tienen comportamientos propios, tanto en su fase acuática como terrestre. En el presente trabajo se estudian los aspectos más importantes de la fase terrestre de *L. olivacea*, entendiendo por fase terrestre la serie de eventos comprendidos desde que la hembra madura arriba a la playa a anidar, hasta que las crías ingresan por primera vez al mar. Por consiguiente la fase acuática sería el período del ciclo de vida de una tortuga marina que comprende desde que las crías ingresan por primera vez al lecho marino hasta el momento que la tortuga adulta ingresa a tierra firme a depositar sus huevos.

Es muy difícil estudiar la fase marina, pues se requiere de equipo costoso y altamente especializado (barcos con laboratorio de bioquímica y fisiología, equipo de buceo, telemetría, etc.). La fase terrestre por el contrario es más asequible por lo que puede ser estudiada más profundamente dado que ésta es la fase más vulnerable, la más afectada por los factores físico-químicos y bióticos y la que puede ser explotada racionalmente por el hombre.

No existen en la literatura científica muchas publicaciones relacionadas con la tortuga lora (*L. olivacea*). Así por ejemplo, Márquez, Villanueva y Peñaflores (1976) han reunido en un excelente trabajo, datos y referencias sobre la biología de esta especie, sin embargo, la literatura consultada no presenta información sobre temas de interés tales como el transporte de líquido y gases a través de la cáscara del huevo. La mayoría de las investigaciones sobre difusión de agua y consumo de oxígeno fueron realizadas por Bustard y Greenham y por Prange y Ackerman en 1968 y 1974 respectivamente, en huevos de *Chelonia mydas*.

No existen trabajos sobre la osmolaridad interna y la ultraestructura de la cáscara del huevo de *L. olivacea*, ni en las otras especies de tortugas marinas, que pudieran servir con fines comparativos.

Los estudios de la influencia de las diferentes zonas de la playa sobre la incubación natural y su posible repercusión en la cantidad de abortos son generalmente descriptivos, sin embargo algunas experiencias en Surinam, descritas por Schulz (1975), han permitido aclarar muchas incógnitas en relación al porcentaje de nacimientos, abortos y período de desarrollo embrionario.

Los primeros resultados sobre incubaciones artificiales fueron descritas por Simon (1975) y por Simon, Ulrich y Parkes (1975), para huevos de *C. mydas* en Gran Caimán. Estos autores informan sobre el porcentaje de nacimientos y de abortos y sus observaciones son pioneras en este campo, pues de ninguna otra especie de quelonios marinos, se tiene información disponible al respecto.

La mayoría de las investigaciones realizadas sobre los mecanismos de orientación de las crías de las tortugas marinas se ha llevado a cabo con las especies *Caretta caretta*, *C. mydas*, *Eretmochelys imbricata* y *Dermochelys coriacea* (Carr y Ogren, 1960). Hay por lo tanto gran desconocimiento con respecto a la orientación de las crías de *L. olivacea*. Mrosovsky y Shettleworth (1968) sugieren que las guías visuales luminosas son muy importantes en la búsqueda del mar en *C. mydas* y *D. coriacea*, indicando que éstas se desorientan en días nublados, pero no se refieren al comportamiento de las tortuguitas lora. Verheijen y Wildschut (1973) expresan en su trabajo, que los miembros de la especie en estudio manifiestan una marcada preferencia de orientación hacia áreas abiertas de gran luminosidad y proponen un modelo para indicar cómo sucede. Estos autores determinaron que el estímulo luminoso debe llegar al ojo de los individuos recién nacidos, con una inclinación determinada, con un ángulo de apertura amplio no menor de 299°.

En la búsqueda y localización del mar no se sabe cómo influye el tamaño y el peso de las crías en el tiempo de desplazamiento (una vez procesada la información ambiental), ni cómo afecta el cautiverio su éxito en alcanzar por primera vez el lecho marino, por lo que se hizo necesario reali

zar un estudio en este sentido.

El presente trabajo intenta desarrollar una base cuantitativa sobre el éxito de desarrollo de los nidos de *L. olivacea* en la playa de Ostional, Provincia de Guanacaste, Costa Rica, proporcionar información sobre la ultraestructura de la cáscara de los huevos de esta especie, la osmorregulación de éstos y destacar aspectos de la orientación y recorrido de las crías entre el nido y el mar.

MATERIAL Y METODOS

Descripción del área de estudio.

El estudio de campo se realizó en su totalidad en Ostional, un poblado del Distrito 3° (27 de Abril) de Santa Cruz de Guanacaste, Costa Rica. Ostional se localiza a $10^{\circ}00' 00''$ N. - $85^{\circ}45' 50''$ O. y está a nivel del mar (Fig. 1). Está ubicado en la zona de vida de bosque Tropical Húmedo en la Península de Nicoya (Tosi, 1969). La precipitación anual es de 2,500 - 3.000 mm, determinada por la estación más cercada situada en Nicoya, a unos 30 km, de Ostional (Servicio Meteorológico de Costa Rica, 1970).

Desde el punto de vista geológico la zona pertenece a formaciones del Cretáceo, presentando numerosas rocas ígneas, extrusivas, andesitas y basaltos (Bergoling y Brenes, 1977).

La playa de anidación masiva tiene aproximadamente 880 km de longitud (Robinson, McDuffie y Cornelius, 1973), y está bordeada por manglar asociado con un estero, que sólo drena al mar por la superficie durante la temporada de lluvias. Hacia el sureste de la playa, desemboca el río Nosara cuyo caudal aumenta notablemente durante la época lluviosa y arrastra gran cantidad de troncos, que son depositados posteriormente por las mareas en esta playa.

El régimen de mareas para esta zona es típicamente mixto, ocurriendo dos pleamares y dos bajamares en cada ciclo. El alcance de las mareas osciló entre 3,04 m y 0,33 m durante el período de estudio.

El trabajo de laboratorio se realizó en la Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio" de San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

OSTIONAL DE SANTA CRUZ, GUANACASTE

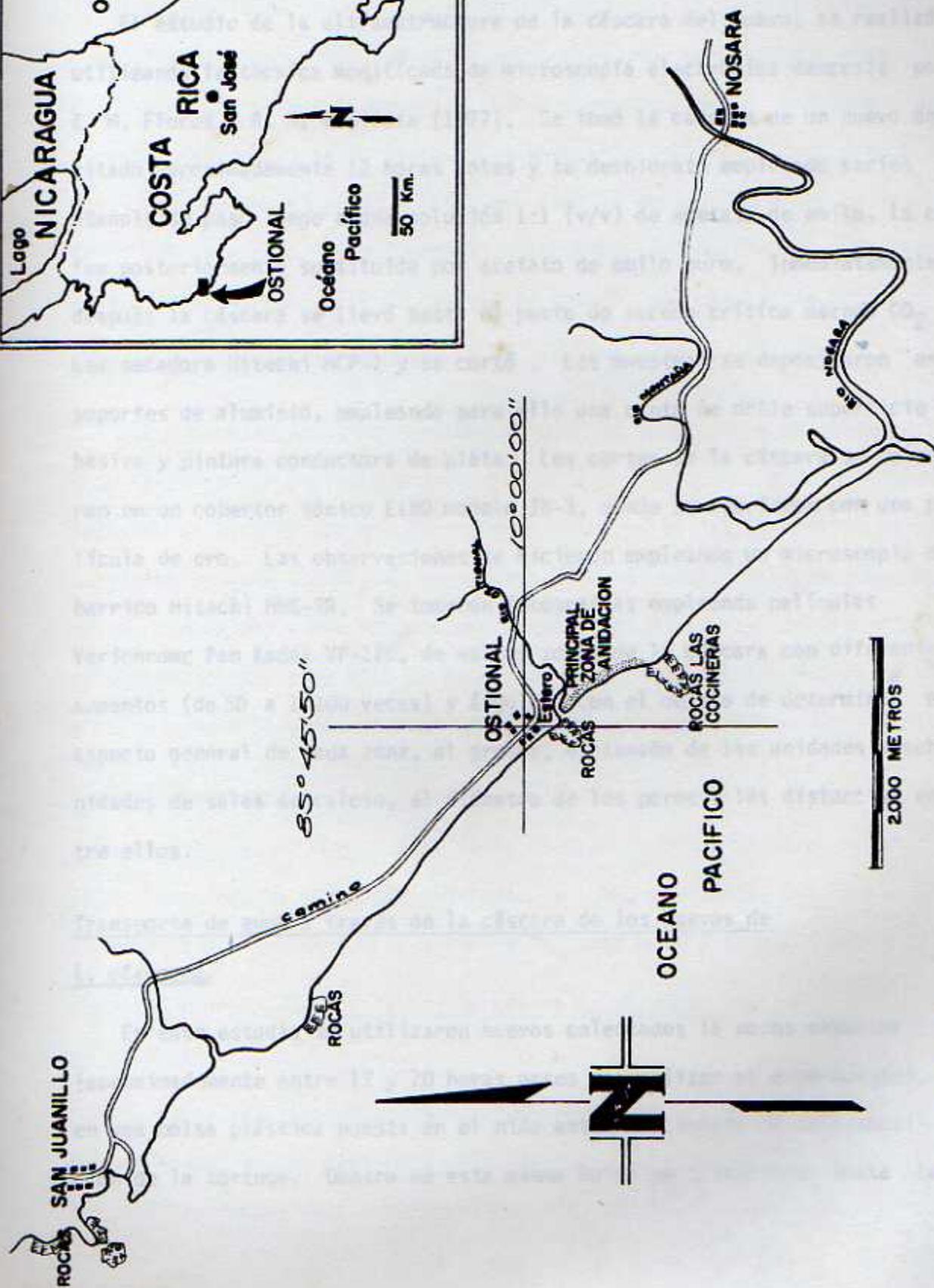
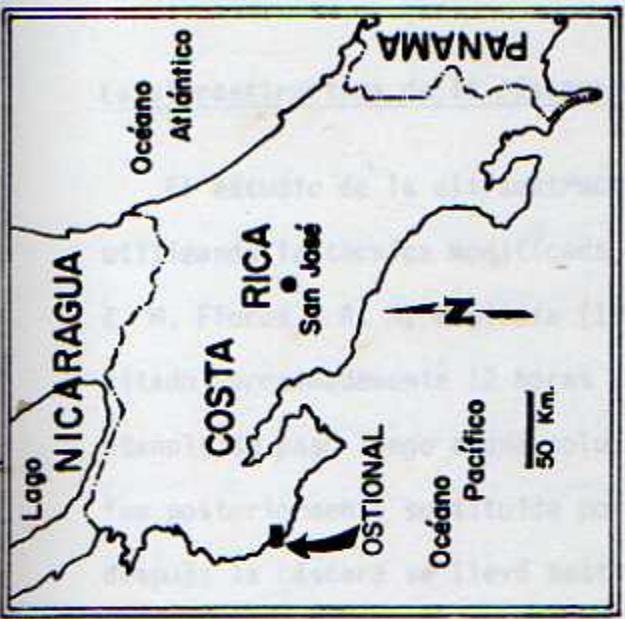


Figura No 1

LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO DE LA FASE TERRESTRE DE L. OLIVACEA

La ultraestructura de la cáscara del huevo de *L. olivacea*.

El estudio de la ultraestructura de la cáscara del huevo, se realizó utilizando la técnica modificada de microscopía electrónica descrita por E. M. Flores y A. M. Espinoza (1977). Se tomó la cáscara de un huevo depositado aproximadamente 12 horas antes y se deshidrató empleando series de etanol; se pasó luego a una solución 1:1 (v/v) de acetato de amilo, la cual fue posteriormente sustituida por acetato de amilo puro. Inmediatamente después la cáscara se llevó hasta el punto de secado crítico usando CO₂ en una secadora Hitachi HCP-1 y se cortó. Las muestras se depositaron en soportes de aluminio, empleando para ello una cinta de doble superficie adhesiva y pintura conductora de plata. Los cortes de la cáscara se colocaron en un cobertor iónico EIKO modelo IB-3, donde se cubrieron con una película de oro. Las observaciones se hicieron empleando un microscopio de barrido Hitachi HHS-2R. Se tomaron fotografías empleando películas Verichrome Pan Kodak VP-120, de varias zonas de la cáscara con diferentes aumentos (de 60 a 1.000 veces) y ángulos, con el objeto de determinar el aspecto general de cada zona, el grosor, el tamaño de las unidades y subunidades de sales de calcio, el diámetro de los poros y las distancias entre ellos.

Transporte de agua a través de la cáscara de los huevos de *L. olivacea*.

En este estudio se utilizaron huevos colectados la noche anterior (aproximadamente entre 12 y 20 horas antes de realizar el experimento), en una bolsa plástica puesta en el nido antes del inicio de la ovoposición de la tortuga. Dentro de esta misma bolsa se trasladaron hasta la

Universidad de Costa Rica. Se usaron dos modelos experimentales (sistemas difusionales) que consistieron en lo siguiente: en 14 frascos (siete para cada sistema) con un volumen de un litro cada uno, se colocaron grupos de cinco huevos previamente pesados. Estos fueron cubiertos con 750 ml de agua con diferentes salinidades. Los huevos del primer sistema fueron pesados cada dos horas y los del segundo cada 12 horas. Se anotó en cada caso el peso promedio, lo que permitió determinar la cantidad de agua absorbida o perdida. Con ello se calculó el cambio (porcentual) de peso.

Consumo de oxígeno de los huevos y su osmolaridad interna.

Las determinaciones del consumo de oxígeno se hicieron siguiendo el método descrito por Strickland y Parsons (1972). Se usaron tres huevos (colectados en igual forma que en el experimento anterior), los cuales se sumergieron en cada uno de los siguientes tipos de agua: destilada, marina y dulce, mantenidas a una temperatura promedio de 22 C. Se realizaron cinco titulaciones para cada tipo de agua antes de introducir los huevos en ella y cinco cada ocho horas después de iniciado el tratamiento.

La osmolaridad de los huevos se midió tomando muestras de 2 ml de clara de huevo las que fueron analizadas con un osmómetro Osmette, modelo 2007, serie B09201 (Precision Systems, Inc. Massachusetts, E.U.). Se determinó la osmolaridad de la albúmina de cinco huevos en miliosmoles.

Aspectos microbiológicos de los huevos de *L. olivacea* y de la playa de Ostional.

Se realizaron investigaciones para determinar la presencia de bacterias y hongos en las cáscaras, clara de huevo y en la arena de la playa, durante las épocas seca y lluviosa de 1979. En este análisis el aislamiento

primario para bacterias se hizo en agar-sangre- CO_2 ; pasándose luego a medio de Mc Conkey para la determinación de Gram(-), por último se hizo un examen para cocos Gram(+) en agar-manitol-sal (descripción de los medios en Manual Difco, 1971).

Para la determinación de hongos se inocularon las muestras en medio de "Mycosel" y luego los cultivos primarios se reinocularon en medio de Sabouraud (Conant, et al., 1971).

Fertilidad, abortos y etapa de desarrollo embrionario abortada.

Se estudió el efecto del lugar (zona) de la playa y la fecha sobre las diferentes etapas del desarrollo embrionario, por considerarse que afectan la incubación de los nidos en condiciones naturales.

Se establecieron tres zonas en la playa de Ostional, con el fin de averiguar si el agua salada afecta el desarrollo de los huevos: zona seca (I) correspondiente a un área a la que no llegan mareas superiores a 3,04 m, con un ancho promedio de 38,22 m; zona periódicamente húmeda (II) cubierta por mareas entre +3,04 y +2,90 m y que tiene una anchura promedio de 13,75 m y zona siempre húmeda (III) que es bañada dos veces diarias por las mareas menores de +2,90 m y tiene un ancho promedio de 30,03 m.

Para determinar el número de huevos en desarrollo (con embriones vivos), abortados (con embriones muertos), aparentemente infértiles (sin embriones) se realizaron excavaciones en cada zona para localizar los nidos. Una vez encontrados se apartaron los diez primeros huevos, y del resto se removieron los últimos diez. Todos se examinaron para clasificarlos en las tres categorías antes mencionadas y determinar la cantidad de abortos que se producen en los huevos de encima, de abajo y los restantes de la

nidada. Se anotó la estación y la fecha en que se realizaron las excavaciones, con el fin de determinar las posibles variaciones en el número de huevos fértiles, infértiles o abortados; qué etapa(s) del desarrollo embrionario era(n) la(s) más afectada(s) de acuerdo a la estación y en qué zona de la playa se localizaban.

Para esto se propusieron cinco etapas arbitrarias de desarrollo embrionario, establecidas a partir de nidos con huevos de edad conocida que sirvieron como patrón comparativo.

Etapa N° 1: Desde la ovoposición hasta 15 días de incubación.

Etapa N° 2: De 16 a 30 días;

Etapa N° 3: De 31 a 39 días.

Etapa N° 4: De 40 a 46 días.

Etapa N° 5: De 47 días hasta la eclosión.

Rendimiento de la incubación en condiciones naturales.

Para determinar el número de nacimientos y el tiempo necesario para la eclosión, se estudiaron 20 nidos en condiciones naturales. Estos nidos se identificaron de acuerdo con su distancia a puntos fijos en la playa (por ejemplo troncos grandes y cactus). Se anotó el número de huevos depositados durante la postura y posteriormente el número de nacimientos, así como el período de desarrollo hasta la emergencia de las crías del nido.

Rendimiento de la incubación artificial.

Para determinar el número y los porcentajes de nacimientos, abortos, huevos desarrollados e infértiles y el tiempo requerido hasta la eclosión en condiciones experimentales se usaron dos sistemas de incubación artifi

cial. Modelo A: reprodujo el sistema usado en Gran Caimán (descrito por Simón, 1975), consistió en una hielera de "Styrofoam" con una serie de agujeros para ventilación y drenaje. En el fondo de ésta se depositó una capa de 2,45 cm de arena sobre la que se colocaron los huevos en tres niveles. Se cubrieron luego con tela y sobre ésta otra capa de 2,54 cm de arena y la hielera se tapó. Modelo B: consistió en un recipiente plástico con un volumen de 35 l el cual se llenó con arena y se hizo un hueco en la misma semejante en dimensiones y forma a un nido de tortuga; en el que se depositaron los huevos al azar. Estos se cubrieron con una capa de arena de 20 cm.

Los huevos utilizados en cada experimento en los modelos A y B fueron colectados la noche anterior en una bolsa plástica colocada dentro de un nido recién hecho por una tortuga. Con cada uno de los modelos se realizaron cuatro incubaciones, utilizando una cámara incubadora a una temperatura entre 28 y 30 C y cada semana se les agregó 600 ml de agua dulce. Los experimentos se llevaron a cabo haciendo observaciones periódicas hasta el final del período de incubación.

Factores orientadores de las crías.

En este estudio se utilizó un aro de madera (plywood) de dos metros de diámetro por 0,25 m de altura, diseñado especialmente para este propósito. El aro se colocó en la parte alta de la playa, aproximadamente a 40 m de la zona de rompimiento de las olas. Se marcó en la arena, incluida en el aro, cuatro zonas ó cuadrantes (A,B,C y D) procurando que estos correspondieran con factores ambientales diferentes (Fig. N° 2). Durante las mañanas los cuadrantes A y D estaban colocados en dirección al mar, el B

hacia el sol y el estero y el C correspondía con la vegetación que bordea la playa. En la tarde y en la noche los cuadrantes A y B se localizaban en dirección hacia el mar (A además correspondía con el sol de la tarde), C hacia el estero y D hacia la vegetación. La altura del aro de madera impedía que las tortuguitas pudieran mirar el mar y la vegetación, no así el sol que en ciertos momentos del día podía ser visible desde el interior del aro.

La disponibilidad de tortuguitas permitió siete pruebas: cinco en la mañana, una en la tarde y otra en la noche. Cinco minutos antes de cada experimento se colocaron los especímenes en el centro del "redondel" para que se familiarizaran con el ambiente. Transcurrido ese período, se llevó un registro del número de tortuguitas presentes en cada cuadrante cada cinco minutos. Esta información serviría para indicar el factor orientador dominante.

Para las cinco pruebas de la mañana se usaron las siguientes combinaciones arbitrarias: en dos oportunidades, tortuguitas capturadas el mismo día, en otras dos; individuos colectados una noche antes (12 horas) y en la quinta, crías recogidas dos noches antes (36 horas). En el experimento de la tarde, se utilizaron individuos capturados el mismo día y en el de la noche se hizo con tortuguitas capturadas la noche anterior (20 horas). En todos los casos la captura se hizo directamente del nido antes de que los individuos iniciaran su desplazamiento hacia el mar.

Para determinar los grados de correlación entre el peso, tamaño y el tiempo de desplazamiento de las crías se realizaron experimentos tanto en la mañana como en la tarde.

Con esta finalidad se marcó arbitrariamente un punto en la parte alta de la playa y a partir de él se trazó un semicírculo con un radio de 150 m (Fig. N° 3). En el origen se soltaron las tortuguitas y se anotó el tiempo que tardaron para llegar hasta el perímetro del semicírculo. Cada individuo que atravesó la línea de demarcación del semicírculo se pesó y luego se midió el largo del caparazón con un calibrador.

Para estudiar el efecto que tiene el cautiverio sobre la orientación, se escogió una franja de playa de 20 m de ancho, en la cual se marcaron los puntos de partida y de llegada (meta).

Con un cronómetro se midieron los tiempos desde que se soltaron hasta que llegaron y la longitud de la huella de cada tortuguita hasta sobrepasar la línea de meta (Fig. N° 4). Las experiencias se hicieron por la mañana, en la tarde y en la noche. En las pruebas de la mañana se usaron tortuguitas que tenían de 13 a 24 horas de cautiverio, de 37 a 48 horas y de 49 a 60 horas. En la tarde se utilizaron varios grupos de tortuguitas que tenían de 13 a 24 horas de cautiverio, de 37 a 48 horas y de 49 a 60 horas. Principalmente en las pruebas nocturnas se utilizaron individuos de 0 a 12 horas de cautiverio y otros con 25 a 36 horas. En cada uno de estos experimentos se usaron tortuguitas que fueron capturadas directamente de la boca del nido, que no se habían utilizado anteriormente y que estuvieron cautivas o fueron trasladadas inmediatamente del nido natural al sitio de realización de los experimentos en un saco de manta. Un aumento en el tiempo y la distancia del recorrido revelaría su grado de cansancio o desorientación

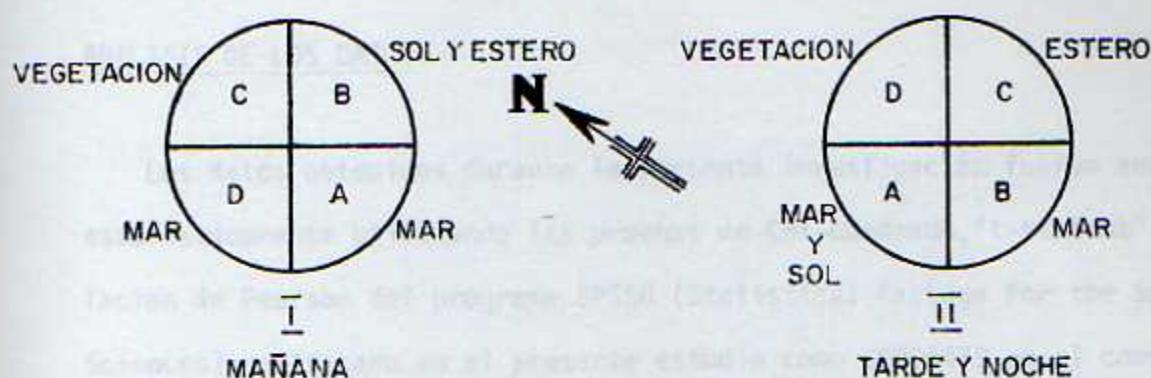


Figura N° 2.

Representación del área dentro del aro de madera en el estudio de los factores orientadores dominantes de las crías de L. olivacea.

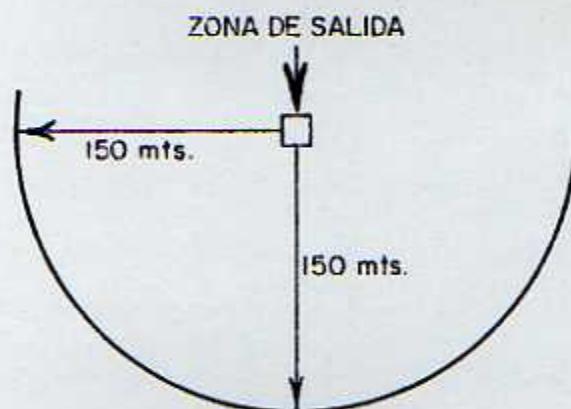


Figura N° 3

Representación del área de estudio en la determinación de la relación tamaño, peso y tiempo de desplazamiento de las crías de L. olivacea.



Figura N°4

Representación del área de experimentación en la determinación del efecto del cautiverio sobre la distancia y el tiempo de recorrido de las tortuguitas de L. olivacea.

ANALISIS DE LOS DATOS.

Los datos obtenidos durante la presente investigación fueron analizados estadísticamente utilizando las pruebas de Chi-cuadrado, "t-student" y Correlación de Pearson del programa SPSSH (Statistical Package for the Social Sciences) codificado en el presente estudio como SC004479 en el computador IBM 360-40 del Centro de Informática de la Universidad de Costa Rica.

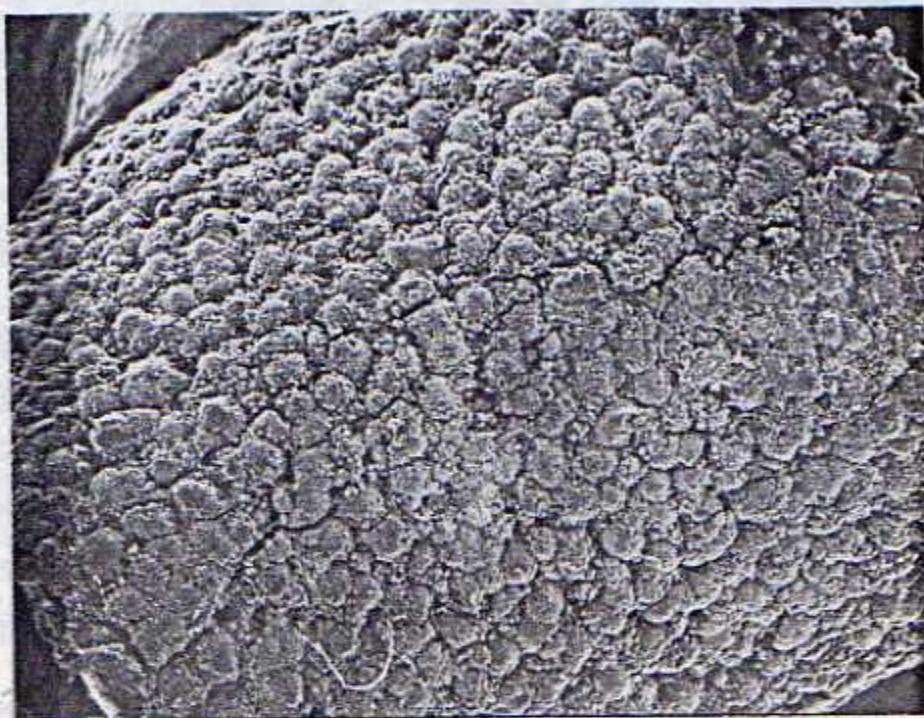
RESULTADOS

Descripción de la ultraestructura de la cáscara del huevo de *Lepidochelys olivacea*.

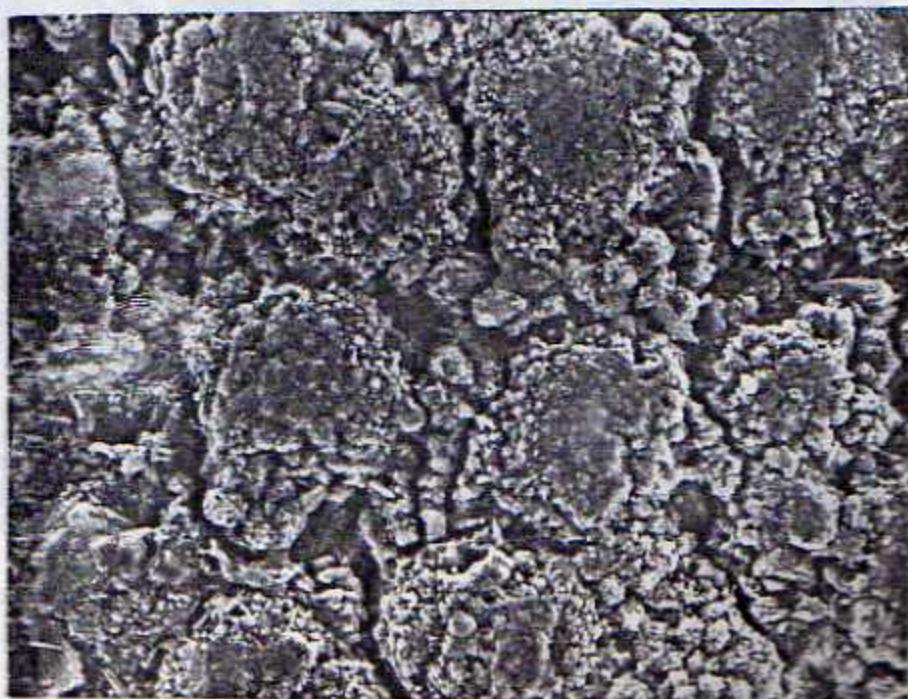
La apariencia de la superficie de la cáscara del huevo de la tortuga lo ra observada con el microscopio de barrido a un aumento de 60X, es bastante irregular (Lám. 1a). Presenta unidades semiglobosas, que tienen tamaño semejante, y están separadas por grietas y agujeros (poros) (Lams. 1b, 2a y 2b). Sin embargo, examinando con más detalle porciones diferentes de cáscara de un mismo huevo, se pueden encontrar dos tipos diferentes de éstas con características definidas. Unas corresponden a una zona más delgada y otras a una zona más gruesa. Las fotos al microscopio de barrido revelan ciertamente la presencia de estas dos zonas. El corte transversal de la porción más delgada, mide entre 215,5 y 227,5 μm y el de la gruesa entre 234,37 y 281 μm . La zona gruesa (Lám. 1b), a un aumento de 300X, presenta un aspecto más aplanado y con mayor cantidad de espacios extra unidades que la zona delgada (Lám. 2a). Cada unidad de la zona gruesa tiene un diámetro que va de 83,33 a 150 μm . En la zona delgada tienen un tamaño entre 75 y 92,5 μm , y se puede observar a 350X que en la zona delgada cada una de ellas está rodeada por cuatro agujeros o poros (Lám. 2a). En esta zona los agujeros están separados por una distancia promedio de 140,94 μm y tienen un diámetro de 14,16 y 20 μm (Lám. 4a y 2a).

El corte transversal de la cáscara permite observar que la disposición de las sales de calcio en las unidades tiene forma de abanico y que por de bajo es en forma de estratos (Lám. 3a y 3b).

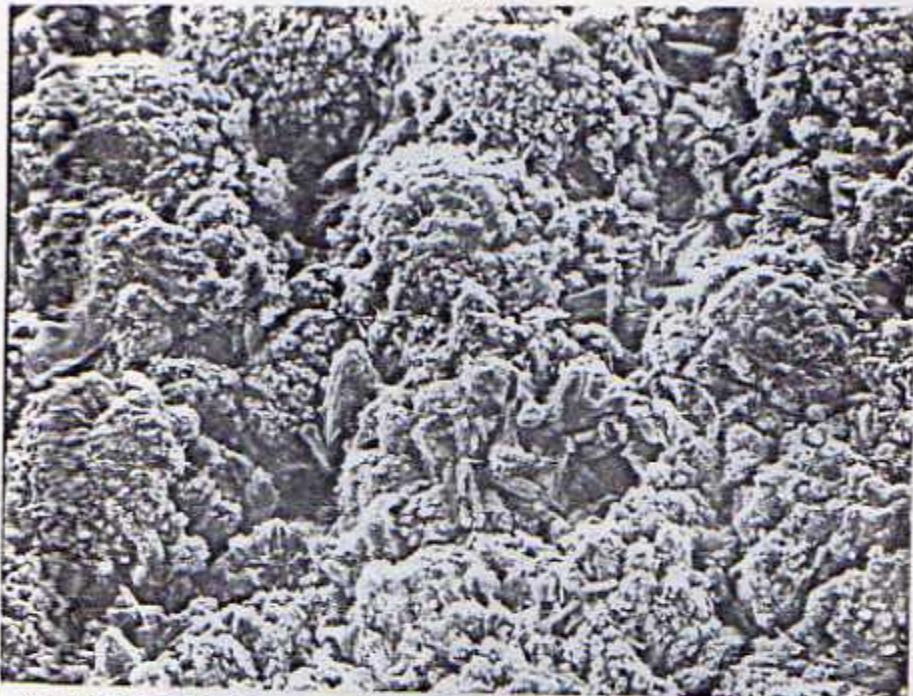
LAMINA 1



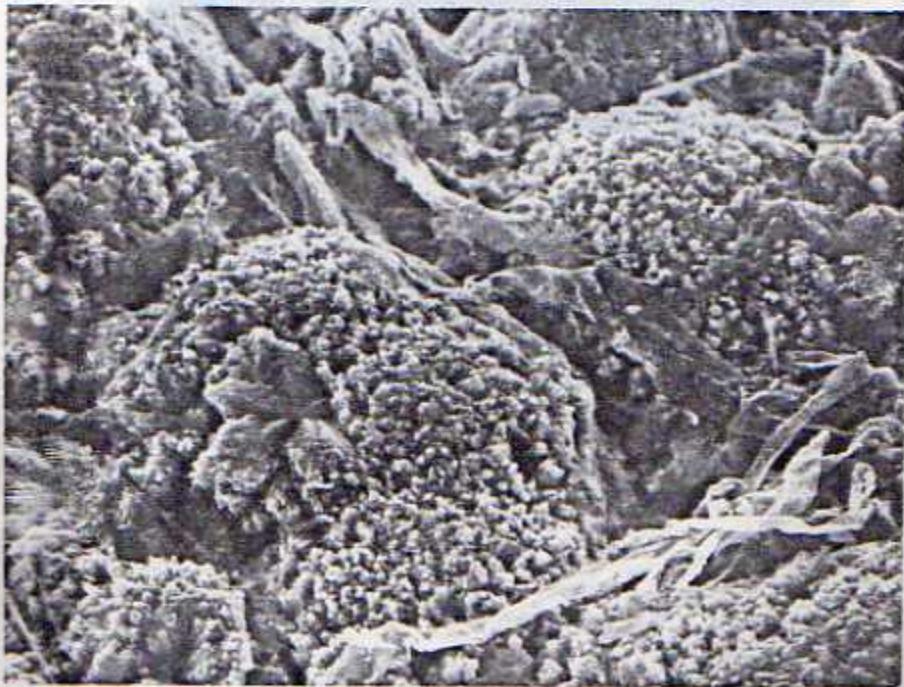
a) Panorama general de la superficie de la cáscara del huevo de Lepidochelys olivacea (60X).



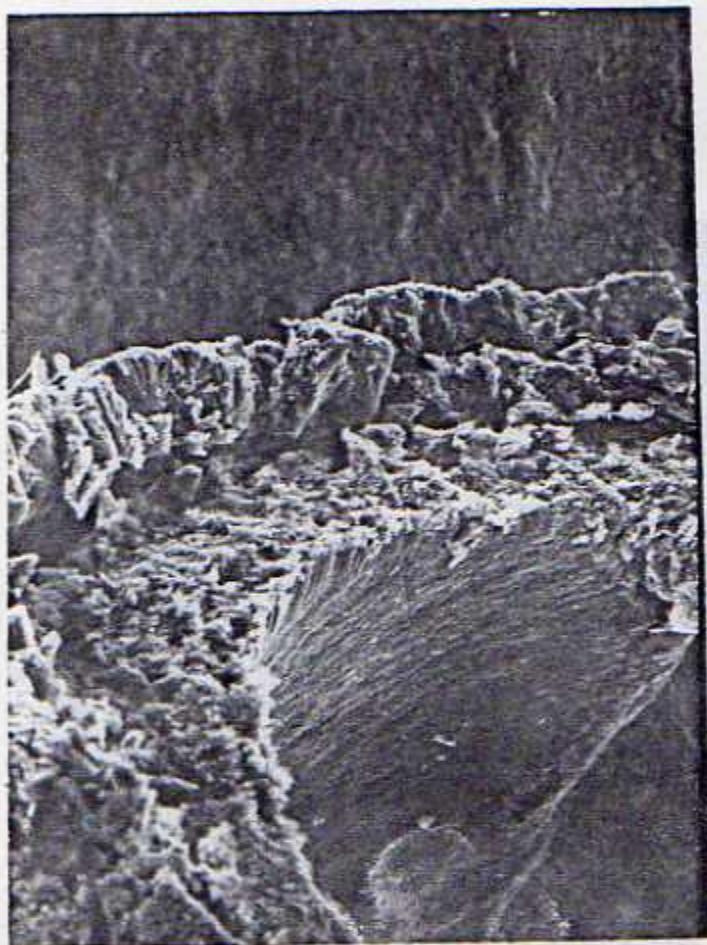
b) Superficie de la zona gruesa de la cáscara del huevo de L. olivacea (300X).



a) Superficie de la zona delgada de la cáscara del huevo de L. olivacea mostrando las unidades de sales de calcio y los poros (350X).



b) Unidades de sales de calcio de la cáscara del huevo de L. olivacea (600X).



- a) Corte transversal de la cáscara del huevo mostrando una primera capa de unidades de sales de calcio en forma de abanico, una segunda capa con sales compactadas e interiormente la membrana corioalantoidea (200X).

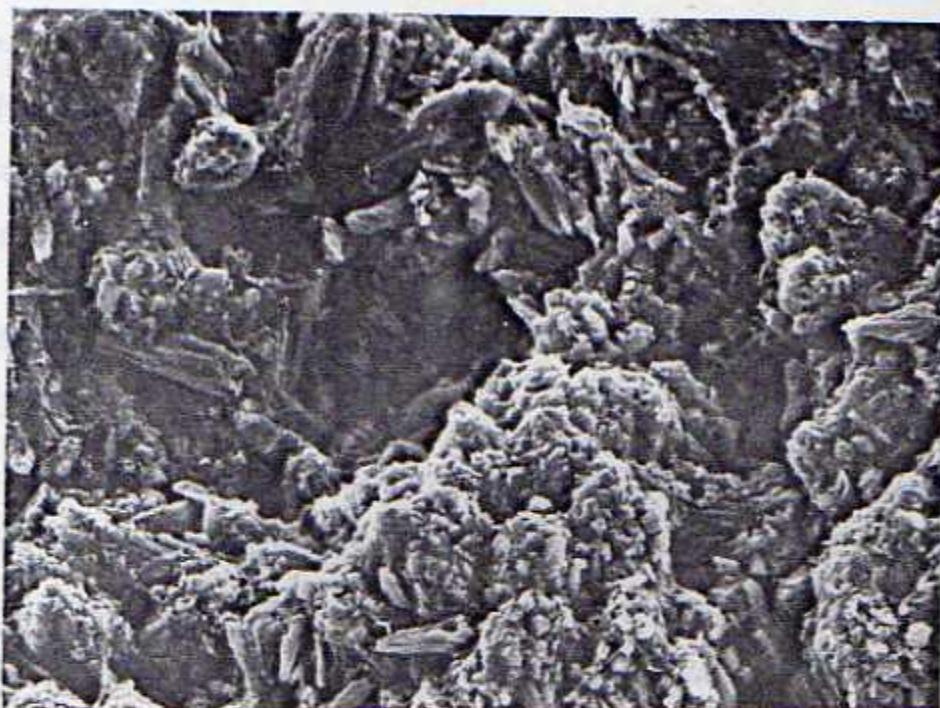
LAMINA 3



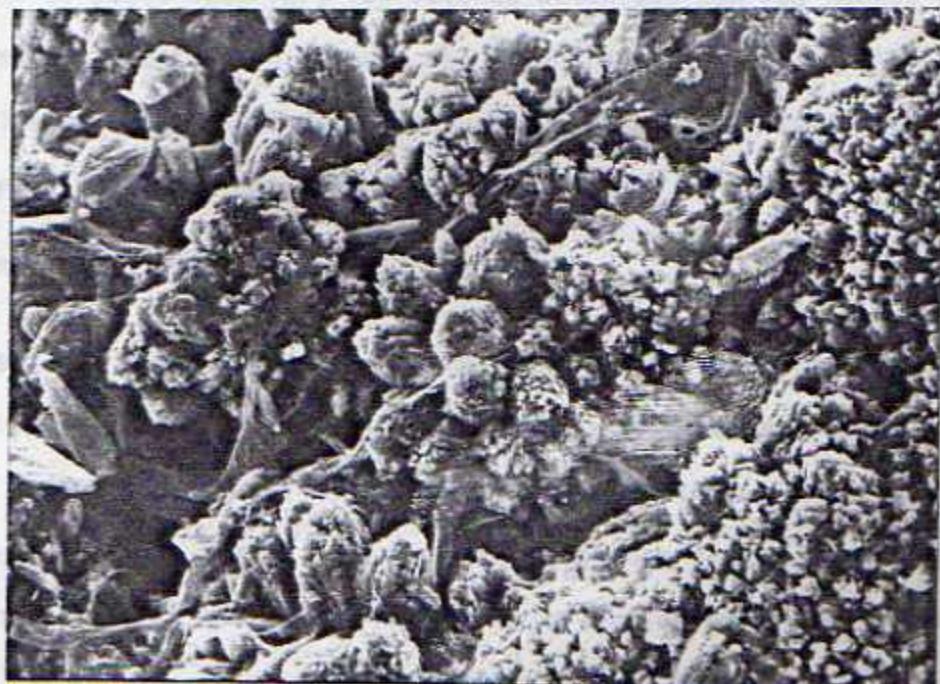
- b) Corte transversal de la cáscara del huevo en la que se observan las secciones indicadas en la lámina 3a (300X).

b) Sección transversal de la cáscara del huevo (300X).

LAMINA 4



a) Poro de la cáscara del huevo (1000X).



b) Subunidades de sales de calcio presentes en la cáscara del huevo (800X).

Al examinar las unidades a mayor aumento (800X) se nota que están formadas por secciones o subunidades más pequeñas que tienen forma globosa (Lám. 4b), éstas pueden desprenderse formando escamas de cristales que se pueden observar a 1000X (Lám. 4a). Las subunidades tienen un tamaño promedio de $11,5 \mu\text{m}$ (Lám. 4b).

Transporte de agua a través de la cáscara de los huevos de
L. olivacea.

Los resultados del transporte de agua por los huevos de *L. olivacea* aparecen en los cuadros N°s. 1 y 2 y en las figuras N°s. 5 y 6. En ellos se presenta el cambio porcentual del peso de los huevos cada 2 horas (primer sistema) y cada 12 horas (segundo sistema) por efecto de la absorción o pérdida de agua.

Como se puede observar, los valores obtenidos con los huevos en el primer sistema, muestran un aumento de peso durante las dos primeras horas de inmersión en agua destilada, dulce y con 10‰ de salinidad (Fig. N° 5). Lo inverso sucede en aquellos colocados en aguas con 20‰ , 30‰ , $34,33\text{‰}$ (agua marina) y 40‰ (Fig. N° 5).

Los datos obtenidos en las observaciones con el segundo sistema corroboran los anteriores. Se pone de manifiesto un aumento de peso en aquellos huevos sumergidos en agua destilada y dulce durante las primeras 24 horas de observación y a partir de este momento hay una disminución; también se puede notar que el aumento de peso es mayor en los huevos colocados en agua dulce (Fig. N° 6). Los huevos colocados en agua con 10 y 20 partes por mil de salinidad presentan un fenómeno inverso pues pierden peso durante las

CUADRO N° 1

Cambio porcentual del peso* de los huevos de L. olivacea sumergidos en 750 ml de agua con diferentes salinidades y pesados cada 2 horas (Sistema N°1 de difusión experimental)

TIEMPO (Hrs.)	SALINIDAD (PARTES POR MIL)						
	0**	0,0078***	10	20	30	34,33	40
2	+ 0,34	+ 0,50	+ 1,30	- 0,89	- 1,93	- 0,37	- 3,67
4	+ 0,31	- 0,05	+ 1,56	- 1,02	- 2,22	- 0,46	- 4,41
6	+ 0,31	- 0,05	+ 2,70	- 0,40	- 2,53	- 0,37	- 4,26
8	+ 0,11	+ 0,05	+ 2,86	+ 0,08	- 3,22	- 0,14	- 3,52
10	+ 0,45	+ 0,56	+ 2,67	- 0,02	- 3,22	- 0,52	- 4,00
12	+ 0,79	+ 1,07	+ 2,42	- 0,08	- 3,54	- 0,89	- 4,47

* El cambio porcentual se calculó con base al promedio del peso original (de cada grupo de cinco huevos) antes de sumergirlos en el tipo de agua correspondiente.

** Agua destilada.

*** Agua dulce.

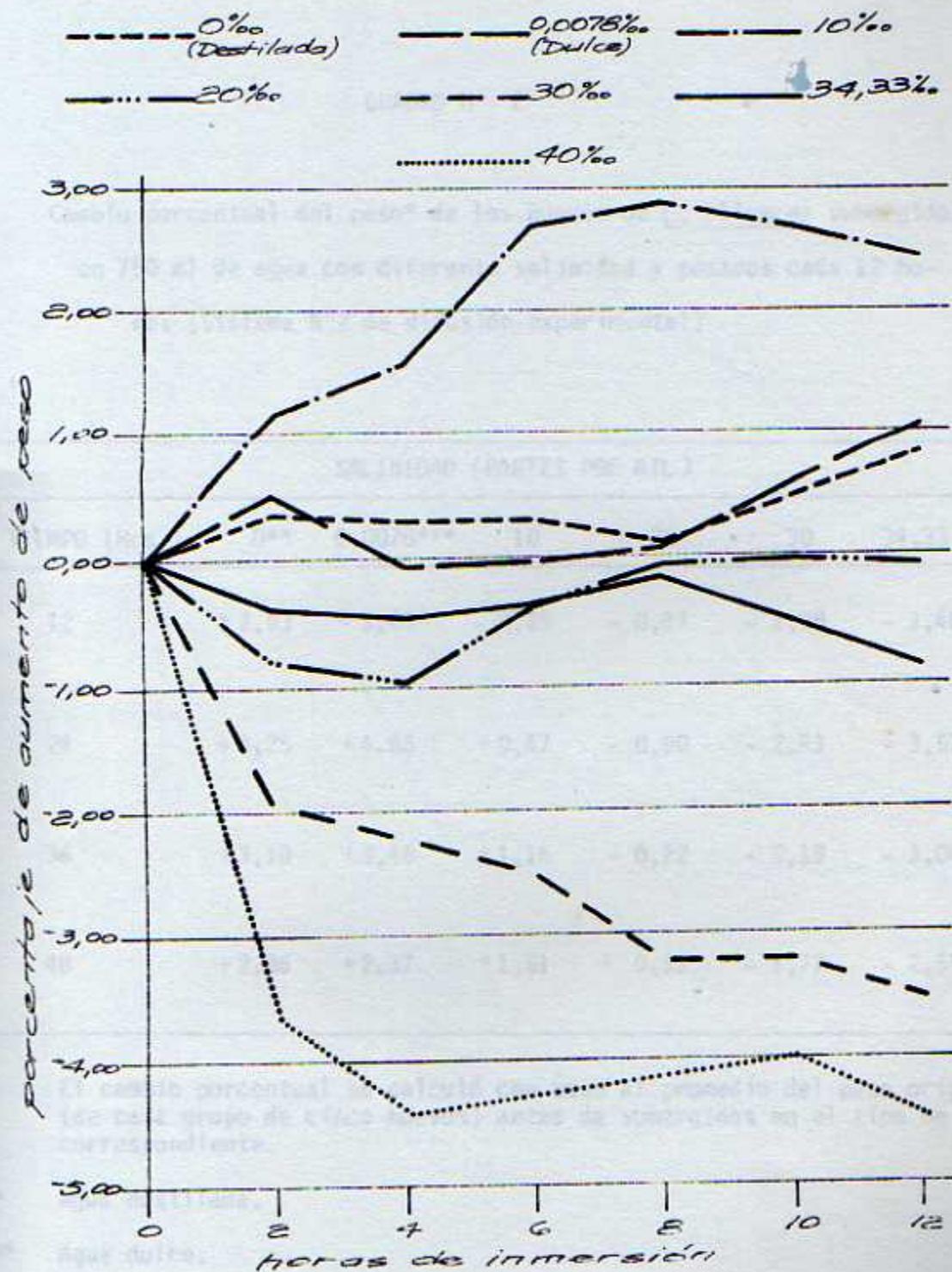


Figura Nº 5

VARIACIONES EN EL AUMENTO PORCENTUAL DEL PESO DE LOS HUEVOS DE L. OLIVACEA SUMERGIDOS EN 750 ML. DE SIETE TIPOS DE AGUA CON DIFERENTES SALINIDADES (SISTEMA I)

CUADRO II° 2

Cambio porcentual del peso* de los huevos de L. olivacea sumergidos en 750 ml de agua con diferente salinidad y pesados cada 12 horas (Sistema N°2 de difusión experimental)

TIEMPO (Hrs.)	SALINIDAD (PARTES POR MIL)						
	0**	0,0078***	10	20	30	34,33	40
12	+ 2,93	+ 3,43	- 0,29	- 0,87	- 2,29	- 3,40	- 3,67
24	+ 3,25	+ 4,66	+ 0,47	- 0,90	- 2,83	- 3,57	- 5,04
36	+ 3,10	+ 3,46	+ 1,16	- 0,22	- 2,19	- 3,00	- 4,79
48	+ 2,96	+ 2,37	+ 1,61	+ 0,31	- 1,77	- 2,51	- 4,19

* El cambio porcentual se calculó con base al promedio del peso original (de cada grupo de cinco huevos) antes de sumergidos en el tipo de agua correspondiente.

** Agua destilada.

*** Agua dulce.

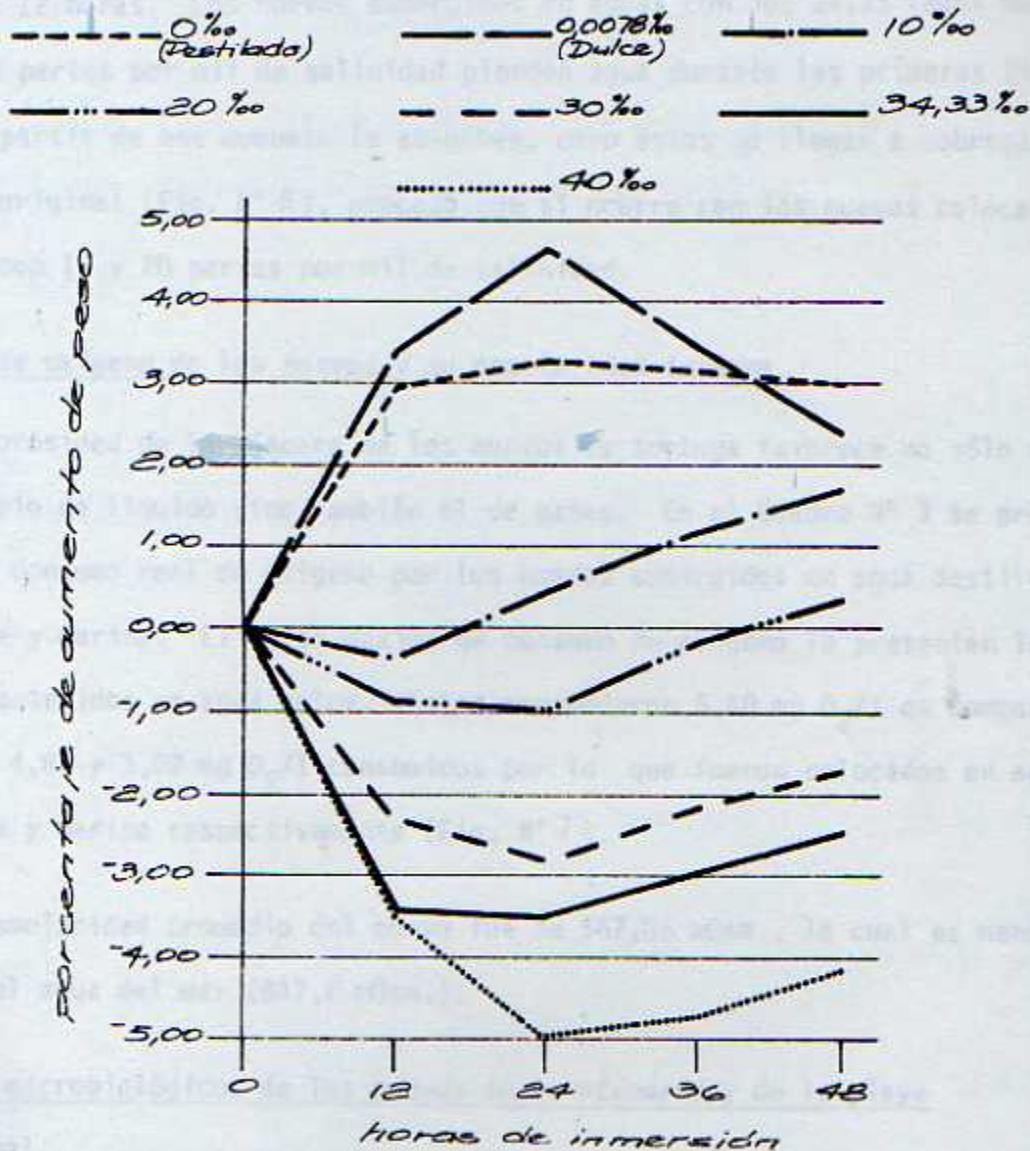


Figura Nº 6

VARIACIONES EN EL AUMENTO PORCENTUAL DEL PESO DE
 LOS HUEVOS DE L. OLIVACEA SUMERGIDOS EN 750 ML.
 DE SIETE TIPOS DE AGUA CON DIFERENTES SALINIDADES.
 (SISTEMA 2)

primeras 12 horas. Los huevos sumergidos en aguas con 30; 34,33 (agua marina) y 40 partes por mil de salinidad pierden agua durante las primeras 24 horas y a partir de ese momento la absorben, pero éstos no llegan a sobrepasar su peso original (Fig. N° 6), proceso que sí ocurre con los huevos colocados en agua con 10 y 20 partes por mil de salinidad.

Consumo de oxígeno de los huevos y su osmolaridad interna.

La porosidad de la cáscara de los huevos de tortuga favorece no sólo el intercambio de líquido sino también el de gases. En el Cuadro N° 3 se presenta el consumo real de oxígeno por los huevos sumergidos en agua destilada, dulce y marina. El valor máximo de consumo de oxígeno lo presentan los huevos contenidos en agua dulce. Estos consumieron 5,40 mg $O_2/1$ en comparación con 4,83 y 3,02 mg $O_2/1$ consumidos por lo que fueron colocados en agua destilada y marina respectivamente (Fig. N° 7).

La osmolaridad promedio del huevo fue de 567,86 mOsm., la cual es menor que la del agua del mar (847,6 mOsm.).

Aspectos microbiológicos de los huevos de *L. olivacea* y de la playa de Ostional.

Los resultados del análisis microbiológico por bacterias y hongos demostró que en la época seca hay gran cantidad de cocos Gram(+) y bacilos Gram(-) tanto en los huevos como en la arena. El recuento de cocos Gram(+) fue igual o mayor que 1×10^8 bacterias/ml y se aisló: *Staphylococcus aureus* y *Enterococcus*.

Del frotis directo de la cáscara del huevo, el recuento de Gram(-) fue igual o mayor a 1×10^8 bacterias/ml y se aislaron cepas de *Arizona*, *Citrobacter*, *Pseudomonas* sp., *Hafnia* y *Klebsiella* sp. De estas bacterias

CUADRO N° 3

Consumo de oxígeno (en mg O_2 /lit) por los huevos de L. olivacea sumergidos en tres tipos diferentes de agua

TIEMPO DE INMERSION (HORAS)	TIPO DE AGUA		
	DESTILADA	DULCE	MARINA
	CONCENTRACION DEL OXIGENO DISUELTO EN Mg O_2 /litro		
0	7,28 (—)	9,21 (—)	8,85 (—)
8	5,30 (1,98)	5,73 (3,48)	5,02 (3,83)
16	4,34 (2,94)	4,05 (5,16)	4,53 (4,39)
24	4,26 (3,02)	3,81 (5,40)	4,02 (4,83)

* Los valores entre paréntesis corresponden al oxígeno consumido por los huevos.

REPRESENTACION DEL CONSUMO DE OXIGENO POR LOS
HUEVOS DE L. OLIVACEA ENTRES TIPOS DIFERENTES
DE AGUA (DESTILADA, DULCE Y MARINA), DETERMINADO
MIDIENDO EL DESCENSO DEL CONTENIDO DE OXIGENO
DISUELTO

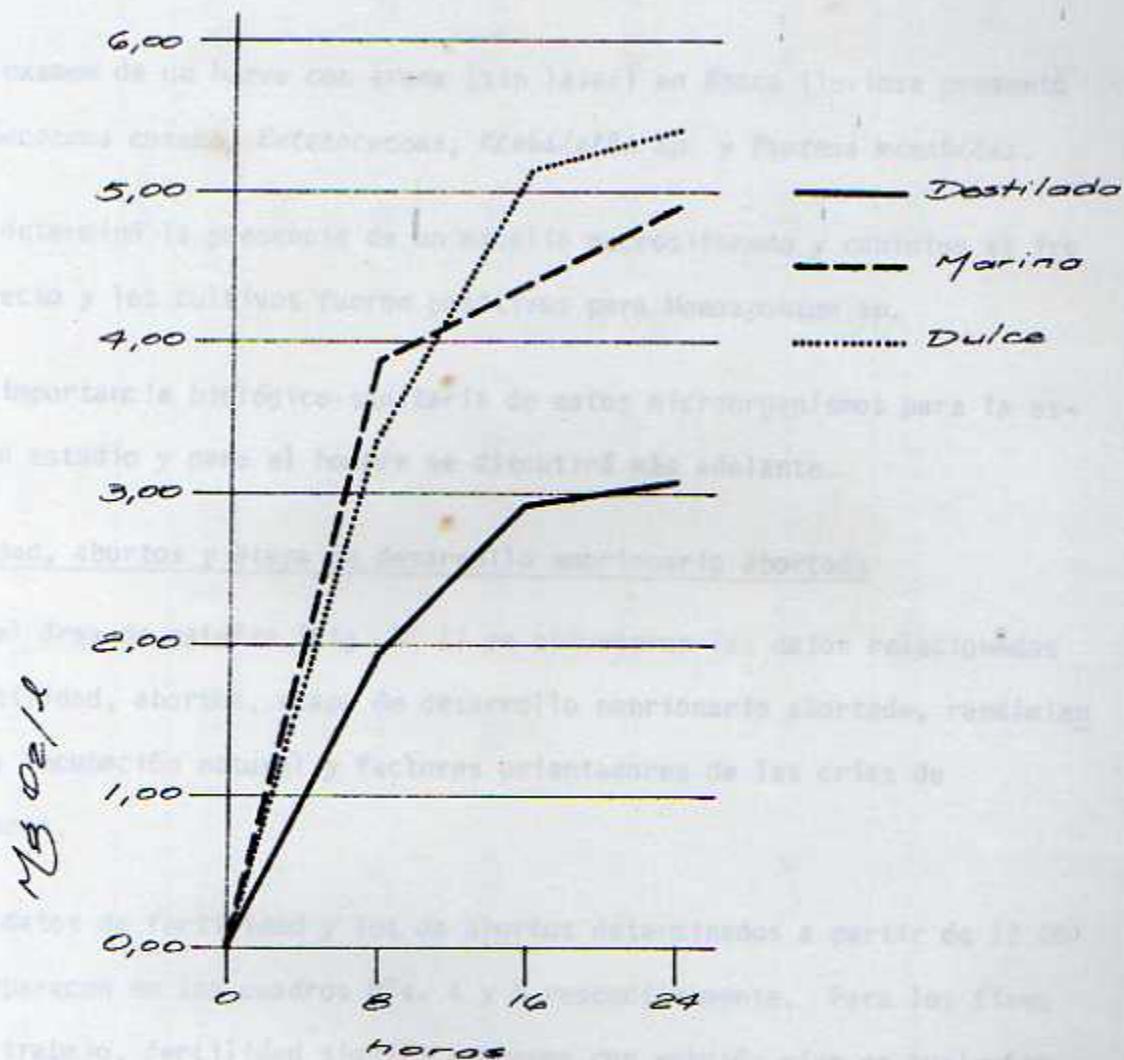


Figura N^o 7

REPRESENTACION DEL CONSUMO DE OXIGENO POR LOS HUEVOS DE L. OLIVACEA EN TRES TIPOS DIFERENTES DE AGUA (DESTILADA, DULCE Y MARINA), DETERMINADO MIDIENDO EL DESCENSO DEL CONTENIDO DE OXIGENO DISUELTO.

sólo *Citrobacter*, *Arizona* y *Klebsiella* se aislaron del líquido del huevo en descomposición.

El examen de un huevo con arena (sin lavar) en época lluviosa presentó *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus*, *Klebsiella sp.* y *Proteus mirabilis*.

Se determinó la presencia de un micelio macrosifonado y conidios al fro_{ntis} directo y los cultivos fueron positivos para *Monosporium sp.*

La importancia biológico-sanitaria de estos microorganismos para la especie en estudio y para el hombre se discutirá más adelante.

Fertilidad, abortos y etapa de desarrollo embrionario abortada

En el área de estudio (Fig. N° 1) se obtuvieron los datos relacionados con fertilidad, abortos, etapa de desarrollo embrionario abortada, rendimiento de la incubación natural y factores orientadores de las crías de *L. olivacea*.

Los datos de fertilidad y los de abortos determinados a partir de 12.087 huevos aparecen en los cuadros N°s. 4 y 5 respectivamente. Para los fines de este trabajo, fertilidad significa huevos con embrión vivo en cualquier etapa de desarrollo, y abortos huevos con embriones muertos en cualquier etapa de desarrollo.

El máximo de fertilidad se presentó durante el mes de diciembre (época lluviosa) y el mínimo durante el mes de febrero (estación seca) (Fig. N° 8).

La zona de playa que presentó más alto porcentaje de abortos (6,64%) fue la zona seca (I), la de menor (3,16%) fue la zona siempre húmeda (III) (Fig. N° 9).

CUADRO N° 4

Fertilidad de los huevos de L. Olivacea en seis meses de observaciones, determinada a partir de una muestra de 12.087 huevos

	EPOCA SECA						EPOCA LLUVIOSA			
	ENERO(1979)	FEBRERO(1979)	MARZO(1979)	TOTAL	\bar{x}	DICIEMBRE(1978)	ABRIL(1979)*	JUNIO(1979)	TOTAL	\bar{x}
N° de huevos fértiles	787	396	832	2015	671,66	2201	902	1613	4716	1572
N° de huevos infértiles.	1200	1063	1087	3350	1116,66	1004	541	461	2006	668,66
Total de huevos examinados.	1987	1459	1919	5365	1788,33	3205	1443	2074	6722	2240,66
N° de huevos fértiles	0,146	0,073	0,155	0,375	0,125	0,327	0,134	0,239	0,701	0,233
Total de huevos examinados en la época.	0,065	0,032	0,068	0,166	0,055	0,182	0,074	0,133	0,39	0,13

* El mes de abril se incluyó en la época lluviosa porque durante 1979 el invierno se inició en dicho mes en el área de estudio.

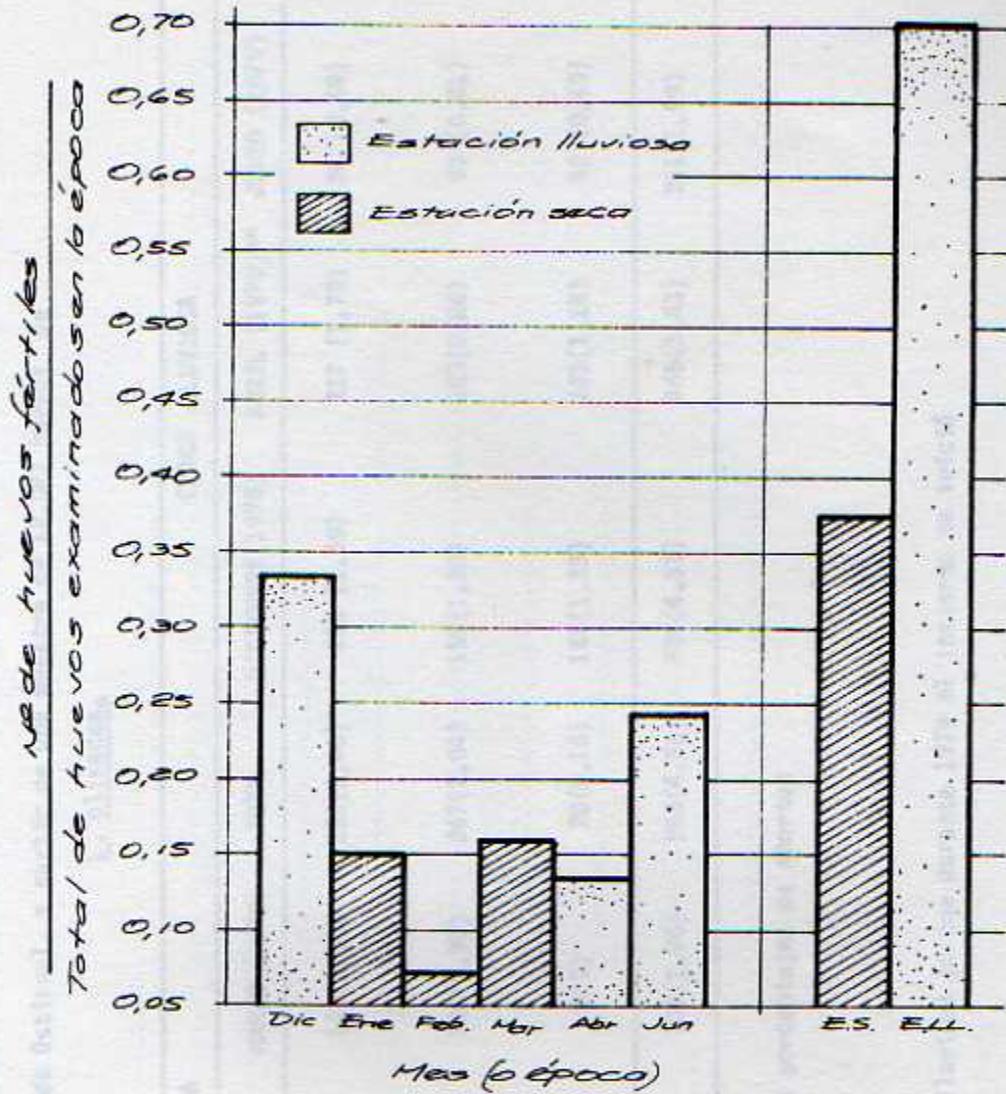


Figura N^o 8

REPRESENTACION DE LA PROPORCION DE HUEVOS FERTILES RESPECTO AL TOTAL DE HUEVOS EXAMINADOS EN LA EPOCA SECA O LLUVIOSA.

CUADRO N° 5

Distribución del número de abortos durante la época seca y lluviosa en tres zonas de la playa de Ostional, a partir de una muestra de 12,087 huevos de

L. olivacea

ZONA DE PLAYA	EPOCA SECA				EPOCA LLUVIOSA				TOTAL
	ENERO (1979)	FEBRERO (1979)	MARZO (1979)	TOTAL	DICIEMBRE(1978)	ABRIL (1979)**	JUNIO (1979)	TOTAL	
I	51(0,42)	118(0,97)	129(1,06)	298(2,46)	205 (1,69)	217 (1,79)	84 (0,69)	501 (4,18)	
II	7(0,057)	131(1,08)	109(0,90)	247(2,04)	158(1,30)	105(0,86)	98 (0,81)	361 (2,98)	
III	0(0)	20(0,16)	0(0)	20(0,16)	161(1,33)	143(1,18)	59 (0,49)	363 (3,00)	
TOTALES	58(0,48)	269(2,22)	238(1,96)	565(4,66)	524(4,33)	465(3,83)	241(1,99)	1230 (10,16)	

* Los valores entre paréntesis indican los porcentajes de abortos

** El mes de abril se incluyó en la época lluviosa porque durante 1979 el invierno se inició en dicho mes en el área de estudio.

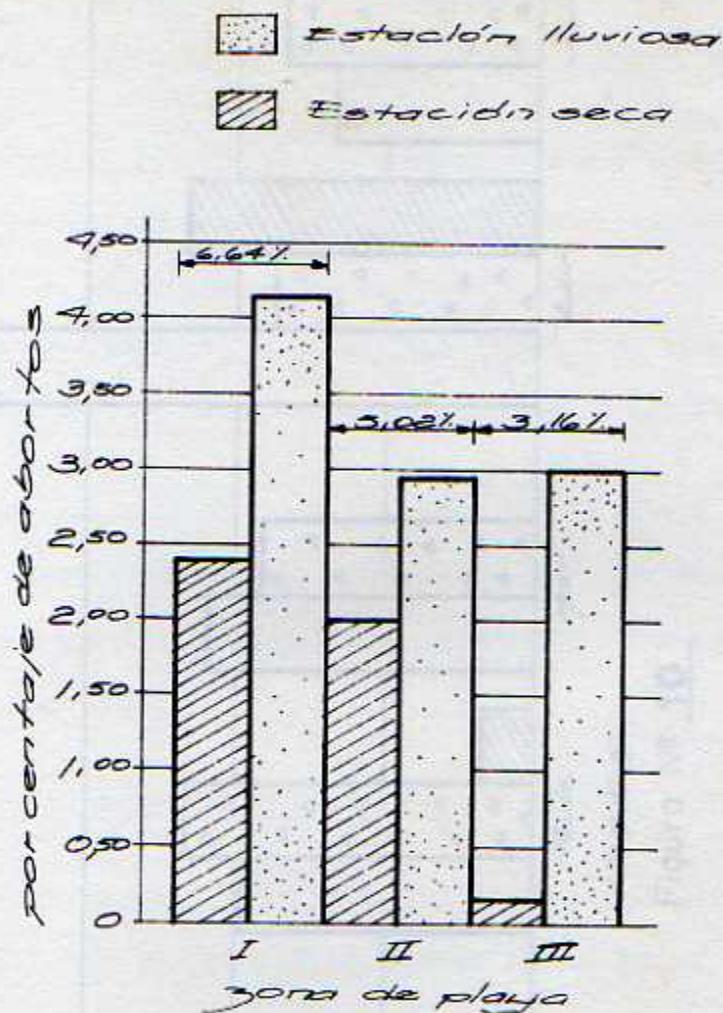


Figura Nº 9

REPRESENTACION DEL PORCENTAJE DE ABORTOS EN CADA ZONA DE LA PLAYA A PARTIR DE UNA MUESTRA DE 12.087 HUEVOS EXAMINADOS

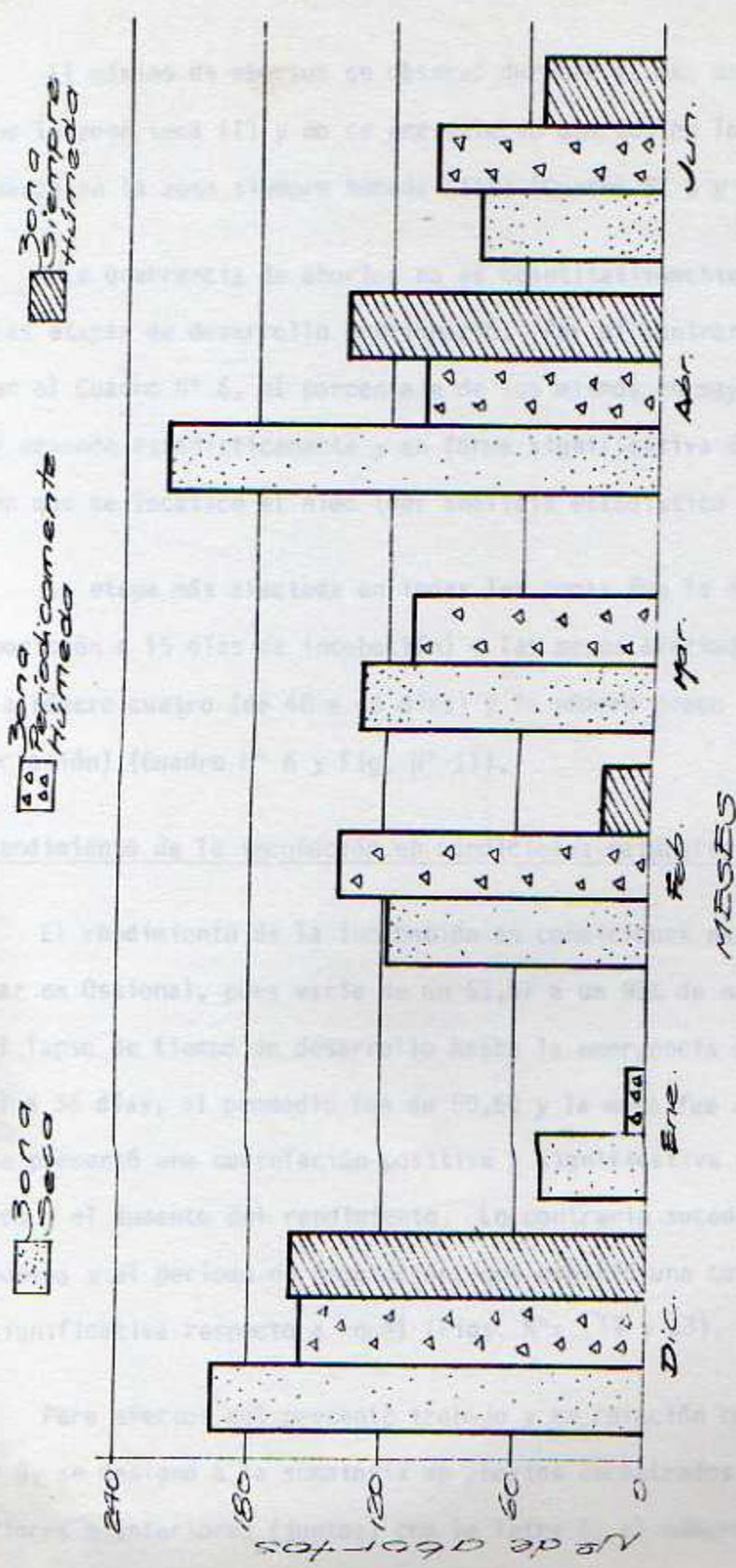


Figura Nº 10

NUMERO DE ABORTOS POR MES EN LAS DIFERENTES ZONAS DE LA PLAYA DE OSTIONAL, OBSERVADOS DE DICIEMBRE 1978 A JUNIO 1979 DE UNA MUESTRA TOTAL DE 12.087 HUEVOS.

El máximo de abortos se observó durante el mes de abril y se localizó en la zona seca (I) y no se presentaron abortos en los meses de enero y marzo en la zona siempre húmeda (III) (Cuadro N° 5 y Fig. N° 10).

La ocurrencia de abortos no es cuantitativamente igual en cada una de las etapas de desarrollo embrionario. Por el contrario, como se puede ver en el Cuadro N° 6, el porcentaje de los mismos es mayor en algunas etapas y depende estadísticamente y en forma significativa de la zona de la playa en que se localice el nido (ver análisis estadístico SPSSH).

La etapa más afectada en todas las zonas fue la número uno (desde la ovo posición a 15 días de incubación) y las menos afectadas fueron en su orden la número cuatro (de 40 a 46 días) y la número cinco (de 47 días hasta la eclosión) (Cuadro N° 6 y Fig. N° 11).

Rendimiento de la incubación en condiciones naturales.

El rendimiento de la incubación en condiciones naturales es muy irregular en Ostional, pues varía de un 53,57 a un 95% de nacimientos. A su vez el lapso de tiempo de desarrollo hasta la emergencia de las crías varió de 47 a 56 días, el promedio fue de 50,60 y la moda fue de 48 (Cuadro N° 7). Se presentó una correlación positiva y significativa entre el número de huevos y el aumento del rendimiento. Lo contrario sucedió entre el número de huevos y el período de incubación, que exhibió una correlación negativa significativa respecto a aquél (Figs. N°s. 12 y 13).

Para efectos del presente trabajo y en relación con los Cuadros N°s. 8 y 9, se designó a la sumatoria de abortos encontrados en los huevos superiores e inferiores (juntos) con la letra A; el número de abortos centra -

CUADRO N° 6

Distribución del número de abortos en diferentes etapas de desarrollo embrionario, determinados a partir de 1795 huevos con embriones muertos encontrados en las tres zonas de playa*

ETAPA ABORTADA	ZONA DE PLAYA			TOTAL	\bar{x}
	I	II	III		
1	434(24,17)	253(14,09)	242(13,48)	929(51,75)	309,66
2	210(11,69)	306(7,04)	35(1,94)	551(30,69)	183,66
3	87(4,84)	49(2,72)	70(3,89)	206(11,47)	68,66
4	37(2,06)	0(0)	0(0)	37(2,06)	-
5	36(2,00)	0(0)	36(2,00)	72(4,01)	3,6
TOTALES	804(44,79)	608(33,87)	383(21,33)	1795(100)	597,98

* Los valores entre paréntesis representan el porcentaje de abortos en cada etapa de desarrollo embrionario por zona de playa.

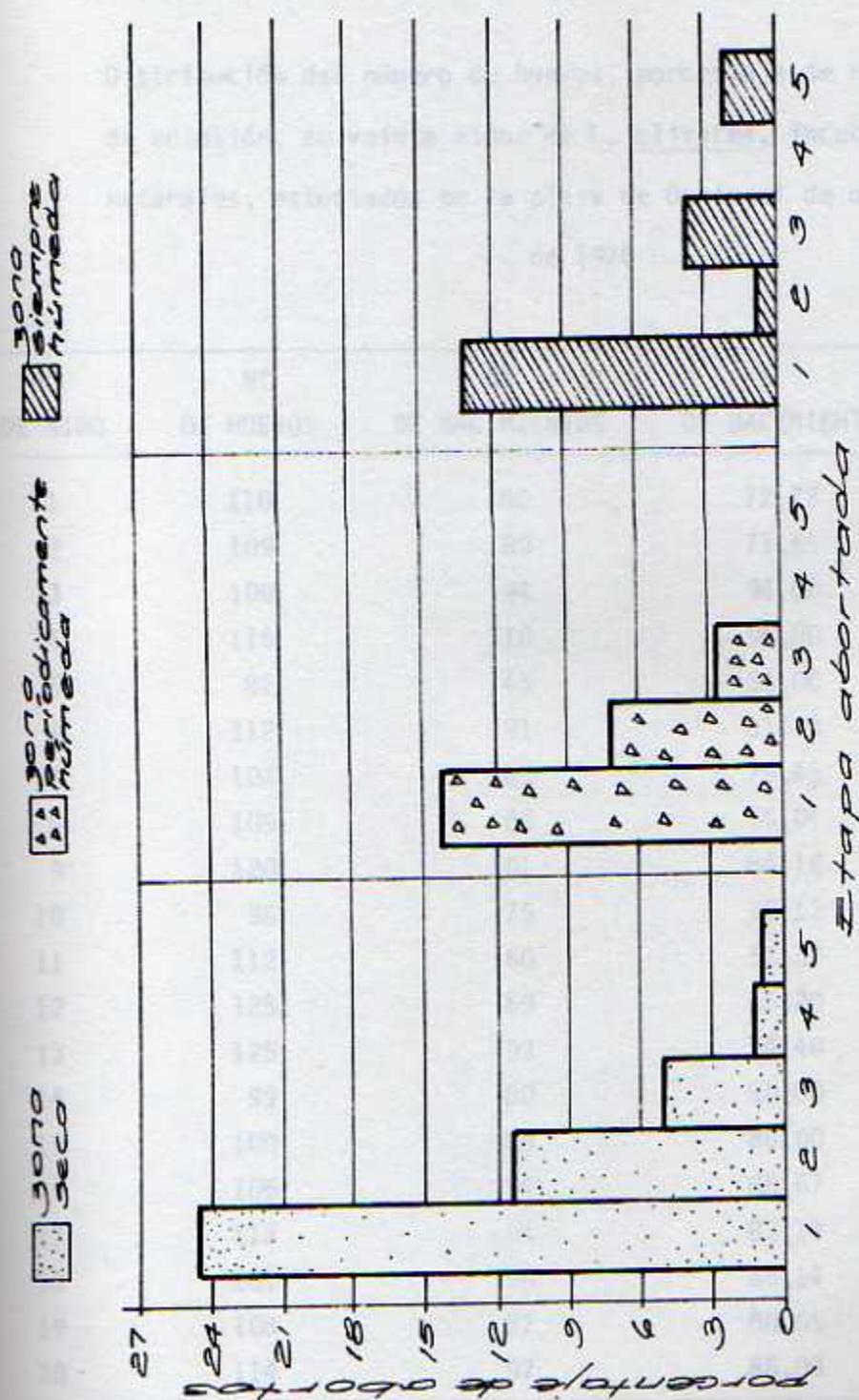


Figura Nº 11

REPRESENTACION DEL PORCENTAJE DE ABORTOS PARA CADA UNA DE LAS ETAPAS DE DESARROLLO EMBRIONARIO EN CADA ZONA DE LA PLAYA A PARTIR DE 1.795 HUEVOS ABORTADOS.

CUADRO N° 7

Distribución del número de huevos, porcentaje de nacimientos y tiempo de eclosión, en veinte nidos de L. olivacea, incubados en condiciones naturales, estudiados en la playa de Ostional de octubre a diciembre de 1978

N° DE NIDO	N° DE HUEVOS	N° DE NACIMIENTOS	% DE NACIMIENTOS	ECLOSION (DIAS)
1	110	80	72,72	49
2	109	89	71,65	53
3	100	94	94,00	53
4	115	110	95,00	48
5	82	45	54,00	55
6	112	91	81,25	56
7	107	85	79,43	49
8	109	60	55,04	49
9	120	101	84,16	52
10	96	75	78,12	52
11	112	60	53,57	52
12	125	69	55,20	48
13	125	93	74,40	47
14	99	80	80,80	50
15	100	88	88,00	51
16	106	94	88,67	51
17	113	94	83,18	53
18	101	96	85,14	48
19	108	87	80,55	48
20	114	97	85,08	48
TOTAL	2.163	1.678	1.549,96	1.012
$\bar{x} \pm s$	108,15 \pm 9,80	83,90 \pm 15,44	77,49 \pm 12,72	50,60 \pm 2,51

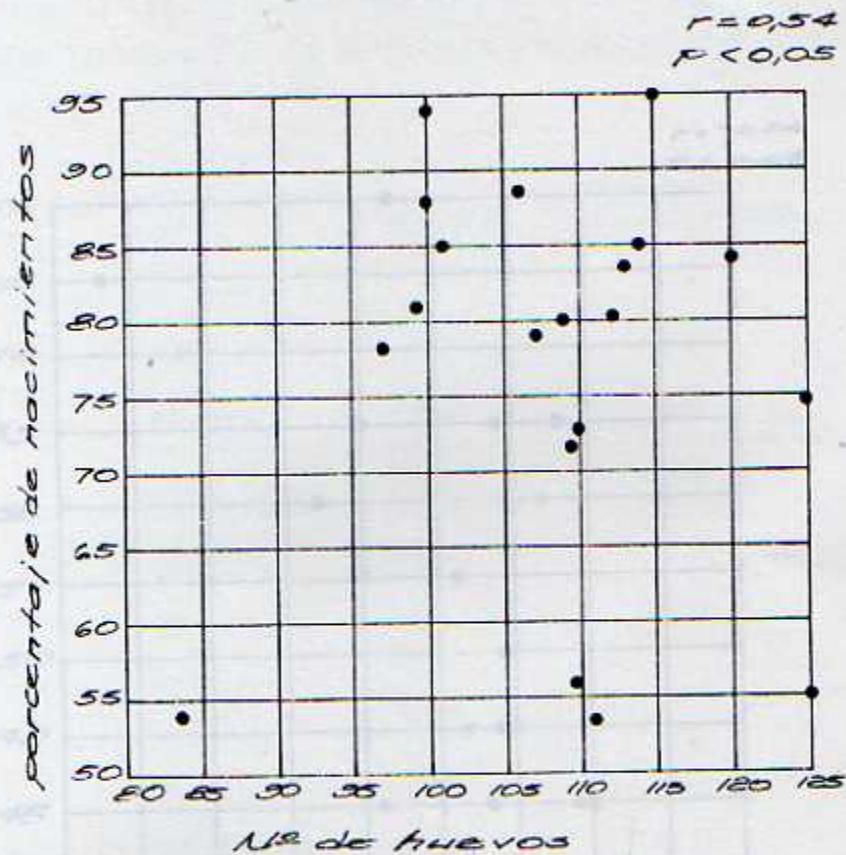


Figura Nº 12

RELACION ENTRE EL PERIODO DE INCUBACION Y EL Nº DE HUEVOS
DE L. OLIVACEA EN CONDICIONES NATURALES

RELACION ENTRE EL PORCENTAJE DE NACIMIENTOS Y EL NUMERO
DE HUEVOS DE L. OLIVACEA EN CONDICIONES NATURALES.

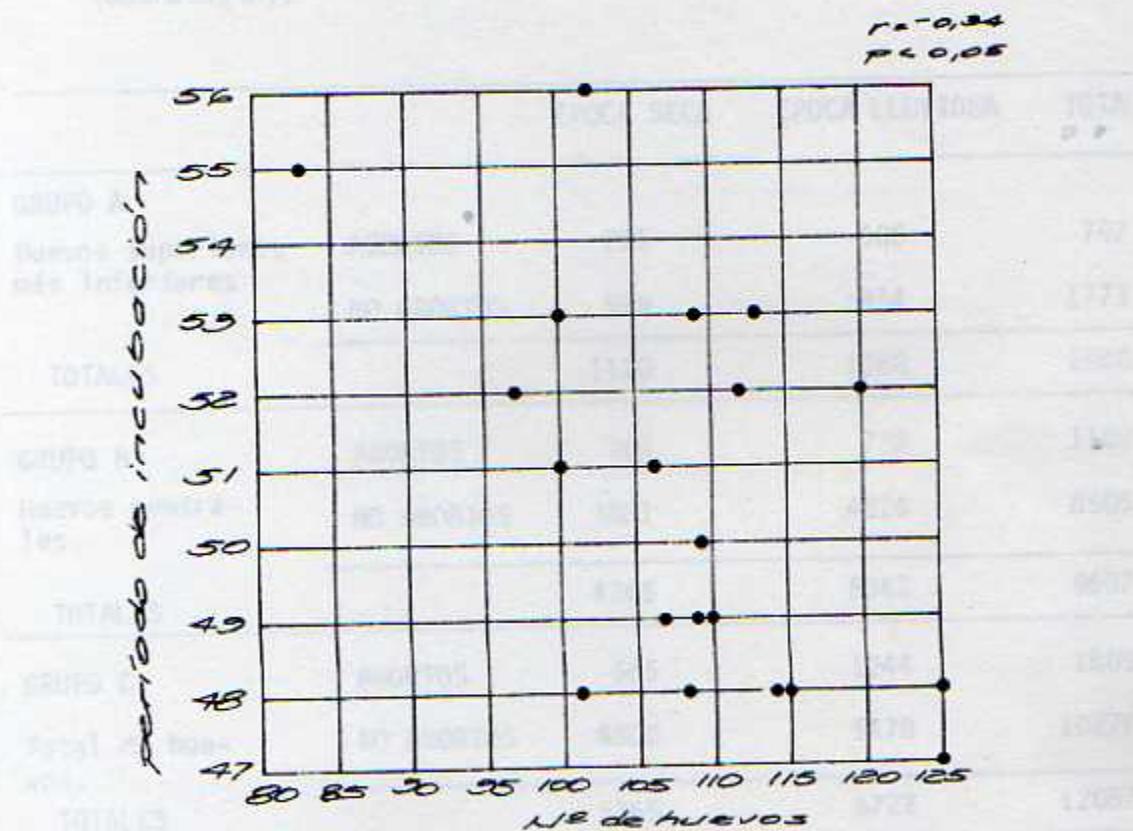


Figura N° 13

RELACION ENTRE EL PERIODO DE INCUBACION Y EL N° DE HUEVOS DE L. OLIVACEA EN CONDICIONES NATURALES.

CUADRO N° 8

Número absoluto de abortos para los grupos de huevos superiores más inferiores (A), centrales (B) y totales (C) de los nidos naturales, examinados en la época seca y lluviosa en Ostional (Guanacaste).

		EPOCA SECA	EPOCA LLUVIOSA	TOTAL
GRUPO A				
Huevos superiores más inferiores	ABORTOS	201	506	707
	NO ABORTOS	919	854	1773
TOTALES		1120	1360	2480
GRUPO B				
Huevos centrales.	ABORTOS	364	738	1102
	NO ABORTOS	3881	4624	8505
TOTALES		4245	5362	9607
GRUPO C				
Total de huevos.	ABORTOS	565	1244	1809
	NO ABORTOS	4800	5478	10278
TOTALES		5365	6722	12087

CUADRO N° 9

Valores de Chi-cuadrado* correspondientes al número de abortos de los huevos de L. olivacea en la época seca y lluviosa

GRUPO A (Huevos superiores + inferiores)	130,71	$p < 0,005$
GRUPO B (Huevos centrales)	124,51	$p < 0,005$
GRUPO C (Total de huevos)	254,10	$p < 0,005$

* Prueba basada en los números absolutos de abortos del Cuadro N° 8.

les con la letra B y al total de abortos del nido con la letra C; mediante la prueba de Chi-cuadrado se aceptó H_0 a un nivel de significancia de 0,1 lo que revela que el número de abortos de A es semejante al de B o sea, no se producen más abortos centrales que en las secciones superior e inferior del nido juntas, cuando se consideran la estación seca y lluviosa a la vez. Pero, hay que resaltar que si se analizan A, B y C en cada estación por aparte, sí existen diferencias. Por esta razón y con afán de comprobarlo se plantearon otras hipótesis nulas: 1) que el número de abortos A para la época seca y lluviosa eran iguales; 2) que el número de abortos B para cada época eran iguales; 3) que el número de abortos C en cada época eran iguales. Se llegó a rechazar las tres hipótesis H_0 con un nivel de significación de 0,005, lo que demuestra que el número de abortos en A, B y C es muy diferente en cada estación del año a los valores esperados.

Rendimiento de la incubación artificial.

En condiciones experimentales el rendimiento varió de un 9,30 a un 34,00% (Fig. N° 14) y el tiempo hasta la emergencia de las tortuguitas de 69 a 78 días. Los valores mínimo y máximo de rendimiento corresponden al modelo de incubación B (nido simulado). La frecuencia mayor (51,16%) de abortos apareció en el modelo B y la menor (4,49%) en el modelo A (Cuadro N° 10). El A presentó a su vez el menor período de desarrollo (69 días) (Fig. N° 15).

Factores orientadores de las crías.

1. Orientación en un aro de madera.

Planteada la hipótesis nula de que no hay diferencia estadística entre la frecuencia absoluta de tortuguitas presentes en cada cuadrante al finalizar cada prueba y la hipótesis alternativa de que sí hay diferencia, se lo-

CUADRO N° 10

Resultados de la incubación artificial de huevos de L. olivacea en la Universidad de Costa Rica a una temperatura de 28 a 30°C.

NUMERO	INCUBACION 1		INCUBACION 2		INCUBACION 3		INCUBACION 4	
	A	B	A	B	A	B	A	B
NACIMIENTOS	15(16,85)	17(34)	8(13,33)	4(9,30)	10(16,66)	8(18,88)	9(16,36)	12(16)
ABORTOS	4(4,49)	5(10)	17(28,33)	22(51,16)	10(16,66)	13(29,54)	16(29,09)	36(48)
HUEVOS DESARROLLADOS	19(21,34)	22(44)	25(41,66)	28(65,11)	20(33,34)	21(47,72)	25(45,45)	48(64)
INFERTILES	74(78,66)	28(56)	35(58,34)	15(34,89)	40(66,66)	23(52,28)	30(54,54)	27(36)
TOTAL	93	50	60	43	60	44	55	75
TIEMPO DE NACER (días)	76	75	78	78	69	74	70	73

A = Modelo básico de incubación artificial utilizado en GRAN CAIMAN

B = Modelo básico de incubación artificial en un recipiente plástico.

Los valores entre paréntesis representan el porcentaje de los respectivos aspectos estudiados.

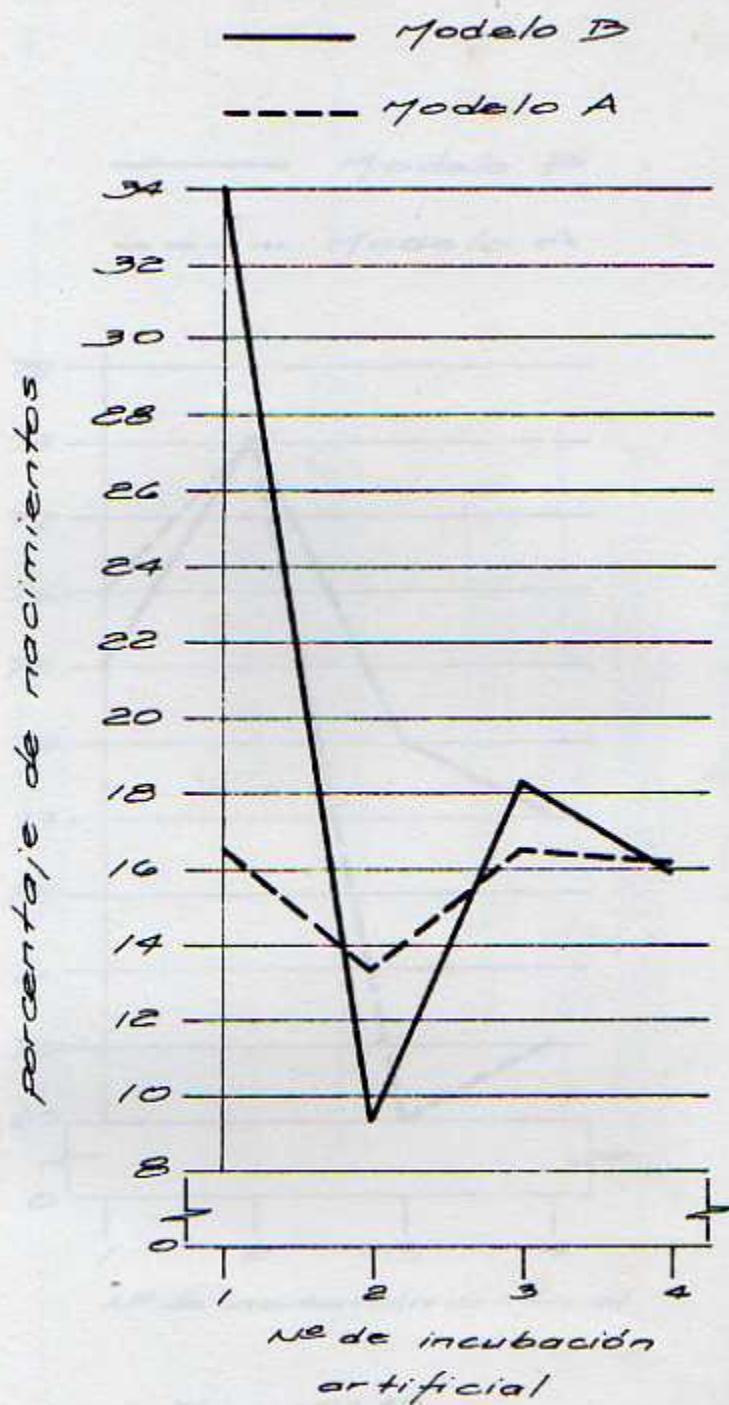


Figura Nº **14**

NUMERO DE DIAS TRANSCURRIDOS HASTA LA ECLUSION
 RENDIMIENTO DE LA INCUBACION ARTIFICIAL EN DOS MODELOS
 EXPERIMENTALES.

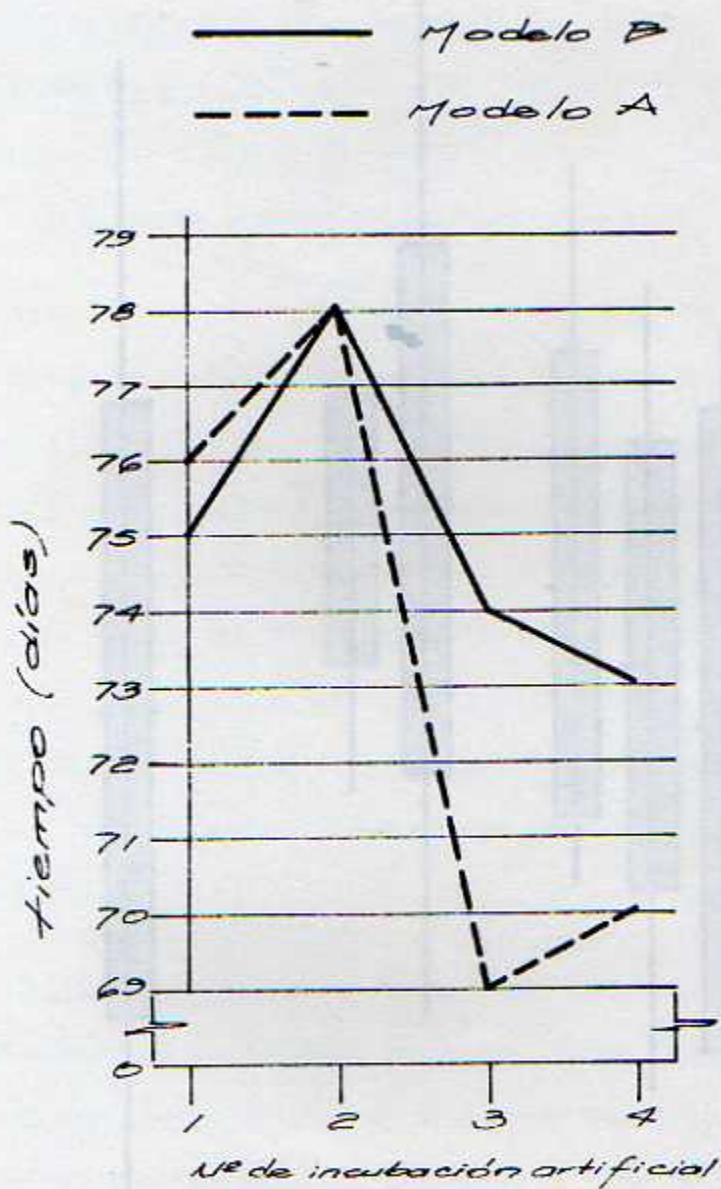


Figura N^o 15

NUMERO DE DIAS TRANSCURRIDOS HASTA LA ECLOSION DE CUATRO EXPERIMENTOS DE INCUBACIONES ARTIFICIALES DIFERENTES.

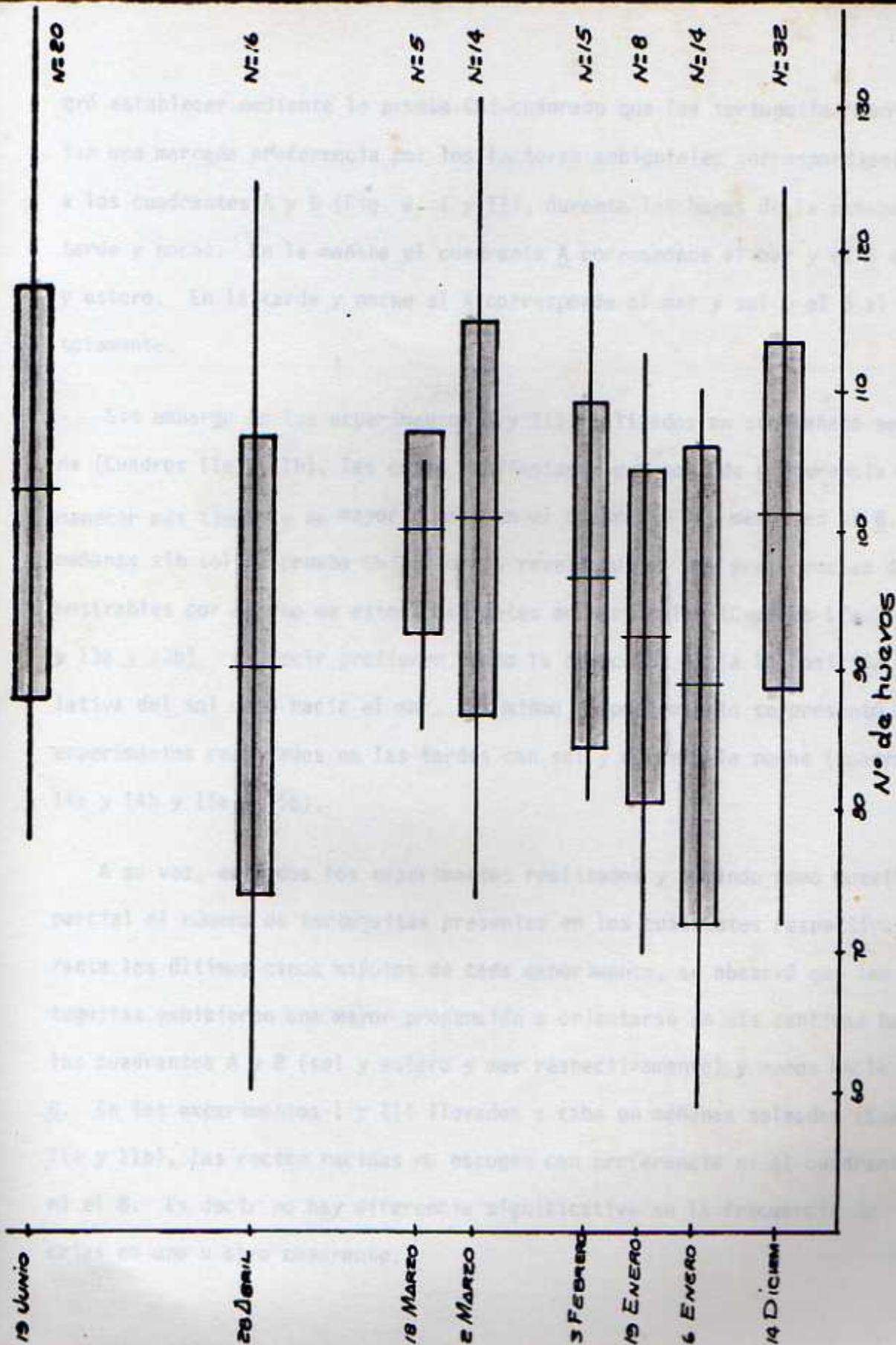


FIGURA N° 16

Estimación a intervalos del número de huevos, encontrados por grupo de nidos investigados (n), en cada visita a la playa de Ostional del 14 de diciembre de 1978 al 19 de junio de 1979. (La línea horizontal indica el rango; la línea vertical pequeña representa el promedio (\bar{X}) y la barra sombreada la desviación estándar).

gró establecer mediante la prueba Chi-cuadrado que las tortuguitas manifiestan una marcada preferencia por los factores ambientales correspondientes a los cuadrantes A y B (Fig. 2 I y II), durante las horas de la mañana, tarde y noche. En la mañana el cuadrante A corresponde al mar y el B al sol y estero. En la tarde y noche al A corresponde al mar y sol y el B al mar solamente.

Sin embargo en los experimentos I y III realizados en una mañana soleada (Cuadros 11a y 11b), las crías manifestaron una marcada preferencia en permanecer más tiempo y en mayor número en el cuadrante A y menos en el B. En mañanas sin sol la prueba Chi-cuadrado reveló que no hay preferencias demostrables por alguno de estos cuadrantes en particular (Cuadros 12a, 12b y 13a y 13b). Es decir prefieren tanto la dirección hacia la posición relativa del sol como hacia el mar. El mismo comportamiento se presentó en los experimentos realizados en las tardes con sol y durante la noche (Cuadros 14a y 14b y 15a y 15b).

A su vez, en todos los experimentos realizados y tomando como muestra parcial el número de tortuguitas presentes en los cuadrantes respectivos durante los últimos cinco minutos de cada experimento, se observó que las tortuguitas exhibieron una mayor propensión a orientarse en más cantidad hacia los cuadrantes A y B (sol y estero y mar respectivamente) y menos hacia C y D. En los experimentos I y III llevados a cabo en mañanas soleadas (Cuadros 11a y 11b), las recién nacidas no escogen con preferencia ni el cuadrante A ni el B. Es decir no hay diferencia significativa en la frecuencia de crías en uno u otro cuadrante.

CUADRO N° 11a.

Frecuencia absoluta de tortuguitas en los cuadrantes A, B, C y D, durante las horas de la mañana en días soleados.
(Experimentos realizados con tortuguitas capturadas el mismo día I y II) y con crías colectadas una noche antes (III).

	TIEMPO EN HORAS	CUADRANTES				N° TOTAL DE TORTUGAS
		A	B	C	D	
I	7:05	13	17	0	0	30
	7:10	9	21	0	0	30
	7:15	12	12	3	3	30
	7:20	11	12	3	4	30
	7:25	10	17	2	1	30
TOTALES		55	79	8	8	
II	7:35	37	10	2	2	51
	7:35	20	22	5	4	51
	7:40	27	20	1	3	51
	7:45	19	27	2	3	51
	7:50	13	26	8	4	51
TOTALES		116	105	18	16	
III	8:55	8	2	1	0	11
	8:60	6	2	1	2	11
	8:65	3	6	0	2	11
	8:70	4	4	3	0	11
	8:75	4	2	2	3	11
TOTALES		25	16	7	7	

CUADRO N° 12a.

Frecuencia absoluta de tortuguitas en los cuadrantes A, B, C y D, durante las horas de la mañana en días sin sol.
(Experimentos realizados con crías recogidas la noche anterior (aproximadamente 12 horas antes).

TIEMPO EN HORAS	CUADRANTES				N° TOTAL DE TORTUGAS
	A	B	C	D	
6:00	24	22	0	4	50
6:05	38	22	0	0	50
6:10	26	23	0	1	50
6:15	24	22	6	8	50
6:20	33	21	1	5	50
6:25	30	27	1	2	50
6:30	19	27	2	2	50
6:35	18	25	4	3	50
6:40	22	11	3	4	50
6:45	25	11	0	4	50
TOTALES	259	151	17	33	

CUADRO N° 13a

Frecuencia absoluta de tortuguitas en los cuadrantes A, B, C y D, durante las horas de la mañana en días sin sol.

(Experimentos con tortuguitas capturadas dos noches antes (aproximadamente 36 horas antes)).

TIEMPO EN HORAS	CUADRANTES				N° TOTAL DE TORTUGAS
	A	B	C	D	
6:20	14	26	0	0	40
6:25	6	22	6	6	40
6:30	8	22	5	5	40
6:35	10	22	3	5	40
6:40	12	16	6	6	40
6:45	12	22	3	3	40
6:50	17	13	1	9	40
TOTALES	79	143	24	34	

CUADRO N° 14a.

Frecuencia absoluta de tortuguitas en los cuadrantes A, B, C y D, durante las horas de la tarde en días soleados.

(Experimentos realizados con especímenes colectados el mismo día).

TIEMPO EN HORAS	CUADRANTES				N° TOTAL DE TORTUGAS
	A	B	C	D	
15:35	7	36	4	1	48
15:40	8	29	10	1	48
15:45	10	26	8	4	48
15:50	11	24	8	5	48
15:55	10	29	8	1	48
TOTALES	46	144	38	12	

CUADRO N° 15a

Frecuencia absoluta de tortuguitas en los cuadrantes A, B, C y D, durante las horas de la noche.

(Experimentos realizados con crías recogidas una noche antes (aproximadamente 20 horas antes)).

TIEMPO EN HORAS	CUADRANTES				N° DE TORTUGAS
	A	B	C	D	
18:00	6	22	10	10	48
18:05	8	29	9	2	48
18:10	10	31	6	2	48
18:15	6	35	2	4	48
18:20	11	34	1	2	48
TOTALES	41	151	28	20	

CUADRO N° 11b

Distribución de los valores de Chi-cuadrado correspondientes al número de tortuguitas utilizados en los experimentos del cuadro 11a.

		Análisis 1*		Análisis 2*	
I	A+B vs. C+D	17,63	$p < 0,005$	91,26	$p < 0,005$
	A vs B	1,33	$p > 0,1$	3,94	$p < 0,05$
II	A+B vs C+D	13,25	$p < 0,005$	135,67	$p < 0,005$
	A vs B	3,69	$p > 0,05$	0,45	$p > 0,1$
III	A+B vs C+D	0	$p < 0,000$	12,29	$p < 0,005$
	A vs B	0,16	$p > 0,5$	1,56	$p > 0,1$

* Se aplicó Chi-cuadrado al número de tortuguitas presentes en los cuadrantes respectivos durante los últimos cinco minutos del experimento.

** Se aplicó la prueba (Chi-cuadrado) al número total de tortuguitas presentes en los respectivos cuadrantes.

CUADRO N° 12b

Distribución de los valores de Chi-cuadrado correspondientes al número de tortuguitas utilizadas en los experimentos del cuadro 12a.

	Análisis 1*		Análisis 2**	
A+B vs C+D	33,62	$p < 0,005$	318,40	$p < 0,005$
A vs B	0,19	$p > 0,5$	9,97	$p < 0,005$

* Ver indicaciones debajo del cuadro 11b.

** Idem.

CUADRO N° 13b

Distribución de los valores de Chi-cuadrado correspondientes al número de tortuguitas utilizadas en los experimentos del cuadro 13a.

	Análisis 1*		Análisis 2**	
A+B vs C+D	4,51	$p < 0,05$	94,88	$p < 0,005$
A vs B	0,30	$p > 0,5$	17,87	$p < 0,005$

* Ver indicaciones debajo del cuadro 11b.

** Idem.

CUADRO N° 14b

Distribución de los valores de Chi-cuadrado correspondientes al número de tortuguitas utilizadas en los experimentos del cuadro 14a.

	Análisis 1*		Análisis**	
A+B vs C+D	17,52	$p < 0,005$	80,50	$p < 0,005$
A vs B	8,30	$p < 0,005$	49,52	$p < 0,005$

* Ver indicaciones debajo del cuadro 11b.

** Idem.

CUADRO N° 15b

Distribución de los valores de Chi-cuadrado correspondientes al número de tortuguitas utilizadas en los experimentos del cuadro 15a.

	Análisis 1*		Análisis **	
A+B vs C+D	35,02	$p < 0,005$	85,20	$p < 0,005$
A vs B	10,75	$p < 0,005$	61,88	$p < 0,005$

* Ver indicaciones debajo del Cuadro 11b.

** Idem.

Una conducta similar a la observada en los experimentos I y III (Cuadros 11a y 11b), se presentó en los experimentos de la mañana sin sol (Cuadros 12a y 12b; 13a y 13b). Las tortuguitas se distribuyen por igual tanto en el cuadrante A (mar) como hacia el cuadrante B (sol y estero). No ocurrió lo mismo con los especímenes utilizados en la tarde (Cuadros 14a y 14b) y en la noche (Cuadros 15a y 15b), los cuales prefieren el cuadrante del mar (B) y no la dirección hacia la cual el sol "se ocultó" y que también posee mar (cuadrante A).

2. Relación del tamaño y peso en el tiempo de desplazamiento.

Los datos obtenidos en los experimentos realizados en la mañana, mostraron diferencias significativas con respecto a los experimentos de la tarde. Las pruebas de correlación fueron ajustadas a un nivel de significación de 0,1 para ambos casos y los resultados se indican en el Cuadro N° 16. Hay una correlación negativa entre el tamaño y el tiempo de recorrido de las cincuenta tortuguitas utilizadas en los experimentos de la mañana, lo que significa que al aumentar el tamaño disminuye el tiempo de desplazamiento. A su vez se manifiesta una correlación positiva débil entre el peso y el tiempo, que nos indica que con el aumento de peso aumenta el tiempo de desplazamiento, pero no de manera determinante.

Las cincuenta tortuguitas utilizadas en el experimento de la tarde mostraron una correlación negativa significativa entre el tamaño y el tiempo, es decir al aumentar el tamaño disminuyó el tiempo de desplazamiento. Por su parte, el peso y el tiempo guardan una correlación positiva, que al igual que durante la mañana es débil (Cuadro N° 16).

CUADRO N° 16

Correlación simple entre peso, tamaño y tiempo de desplazamiento de las crías de L. olivacea*

	M A Ñ A N A			T A R D E		
	TAMAÑO	PESO	TIEMPO	TAMAÑO	PESO	TIEMPO
Tamaño	1,00	0,41	- 0,32	1,00	0,51	- 0,14
Peso	0,41	1,00	0,10	0,51	1,00	0,14
Tiempo	- 0,32	0,10	1,00	- 0,14	0,14	1,00

$p < 0,1$ para todos los valores.

* Datos originales en anexos N°s. 1, 2 y 3.

3. Efectos del cautiverio sobre el grado de orientación.

Se aceptó la hipótesis nula de que no hay diferencia esencial entre las distancias promedio recorridas en la mañana y en la tarde (juntas) por crías que tienen entre 13 y 24, entre 37 y 48 y entre 49 y 60 horas de cautiverio (Cuadro N° 17).

Considerando únicamente los experimentos de la mañana, la hipótesis nula de promedio de distancias fue aceptable a un nivel de significancia de 0,05 para los períodos de cautiverio siguientes, al compararlos entre sí: 13 a 24 vs. 37 a 48; 13 a 24 vs. 49 a 60; 37 a 48 vs. 49 a 60.

El mismo resultado se obtuvo al comparar los mismos períodos en solo los experimentos de la tarde.

Al hacer comparaciones de los resultados obtenidos en la noche se rechazó H_0 y se aceptó H_1 . También se aceptó H_1 al comparar las distancias recorridas en la noche por especímenes con cero a 12 horas de cautiverio respecto a las distancias recorridas por crías con 49 a 60 horas de cautiverio.

Se comprobó que existe diferencia altamente significativa entre los tiempos de recorrido de la mañana respecto a los de la tarde, en tortuguitas con 13 a 24 horas de colectadas.

No la hay para esos mismos períodos del día en las crías con 49-60 horas de cautiverio. Si existe diferencia muy significativa entre los tiempos de la mañana y de la tarde de individuos que tenían de 37 a 48 horas de colectados.

CUADRO N° 17

Determinación del tiempo y las distancias recorridas por las tortuguitas de L. olivacea, en los experimentos para establecer el efecto de las horas de cautiverio en el hábito de alcanzar el lecho marino.

Periodo del día	0-12		13-24		25-36		37-48		49-60	
	Distancia en metros	Tiempo en minutos								
Mañana	32,12±5,90	20'25"±5'26"	32,12±5,90	20'25"±5'26"	30,21±5,04	24'04"±6'02"	32,78±5,83	16'27"±4'36"	21,00	26'00"
	21,65	13'30"	33,60	15'00"	24,19±1,21	14'53"±5'24"	26,86±6,13	5'38"±3'32"	22,25	12'30"
Tarde	25,40±3,37	19'26"±9'19"	25,40±3,37	19'26"±9'19"	22,00	8'00"				
	24,10	11'00"								
Noche	22,41±1,51	14'11"±4'25"	23,64±3,14	15'50"±4'24"						
	21,29	15'30"	20,94	14'00"						

La cifra superior corresponde al promedio ± desviación estándar ($\bar{x} \pm s$) y la inferior al valor más frecuente (moda).

Se aceptó H_0 para los tiempos de recorrido en la mañana, al comparar los datos obtenidos de especímenes que tenían de 13 a 24 horas con respecto a los que tenían de 37 a 48 horas de cautiverio y se rechazó para los siguientes pares de observaciones: 13 a 24 vs. 49 a 60; 37 a 48 vs. 49 a 60. Para la tarde y la noche se aceptó H_0 en las observaciones pareadas de los siguientes períodos de cautiverio: 0 a 12 vs. 25 a 36; 13 a 24 vs. 49 a 60; 37 a 48 vs. 49 a 60.

Al comparar los tiempos de recorrido para la mañana y la tarde juntos, en todos los pares posibles de observaciones, se permitió la aceptación de H_0 en todos los casos. Lo mismo sucedió con la comparación de los resultados de los experimentos de la noche (0 a 12 horas de cautiverio) con las del día (mañana y tarde) de tortuguitas con 49 a 60 horas de colecta - das.

Se aceptó H_1 para los tiempos de la noche (0 a 12) vs. tiempo de la mañana (13 a 24) y para los de la noche (0 a 12) vs. tarde (13 a 24).

Existe una correlación positiva y altamente significativa entre el aumento del tiempo y el aumento de la distancia para los períodos comprendidos entre 0 y 48 horas de cautiverio y es relativamente débil en el período de 49 a 60 horas (Cuadro N° 18). Se puede observar que los valores menores corresponden a los períodos diurnos y los mayores a los nocturnos. Las crías con 13 a 24, 37 a 48 y 49 a 60 horas de cautiverio presentaron las correlaciones más bajas (0,69; 0,67 y 0,35 respectivamente) si se les compara con las correlaciones más altas de las tortuguitas con 0 a 12 y 25 a 36 horas de cautiverio (0,79 y 0,72 respectivamente). La interpretación de estos resultados se hará más adelante.

CUADRO N° 18

Pruebas de correlación entre distancia y tiempo en recorrer 20 metros de playa para crías de L. olivacea con diferentes períodos de cautiverio *

	PERIODO DE CAUTIVERIO (Horas)				
	0 - 12	13 - 24	25 - 36	37 - 48	49 - 60
	0,79	0,69	0,72	0,67	0,35
g.l.	24	18	22	23	18
	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05

* Datos originales en anexo N° 4.

FIGURA N°17

RELACION ENTRE EL TIEMPO DEL RECORRIDO Y EL PERIODO DE CAUTIVERIO

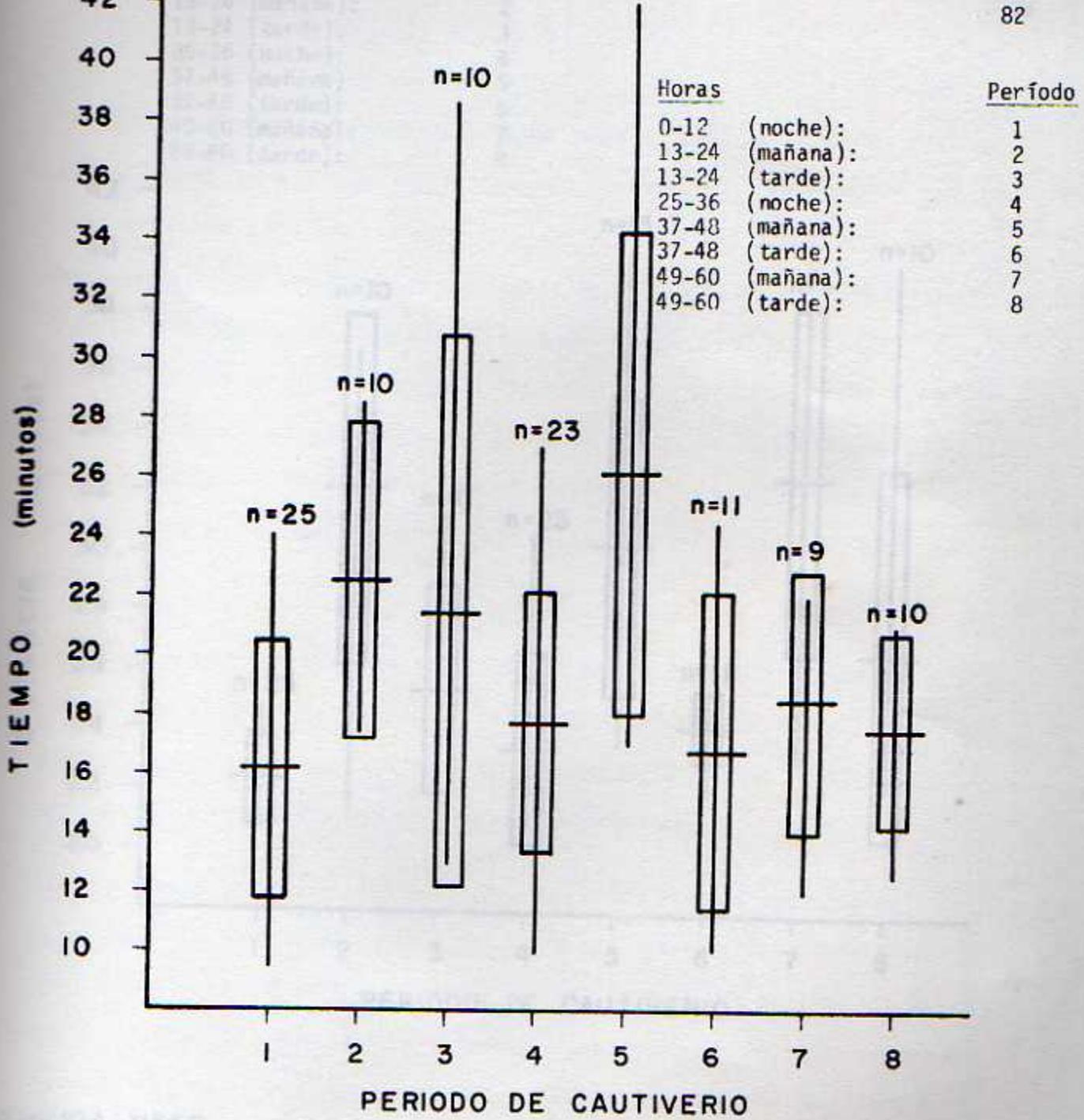


FIGURA Nº17

RELACION ENTRE EL TIEMPO DEL RECORRIDO Y EL PERIODO DE CAUTIVERIO.

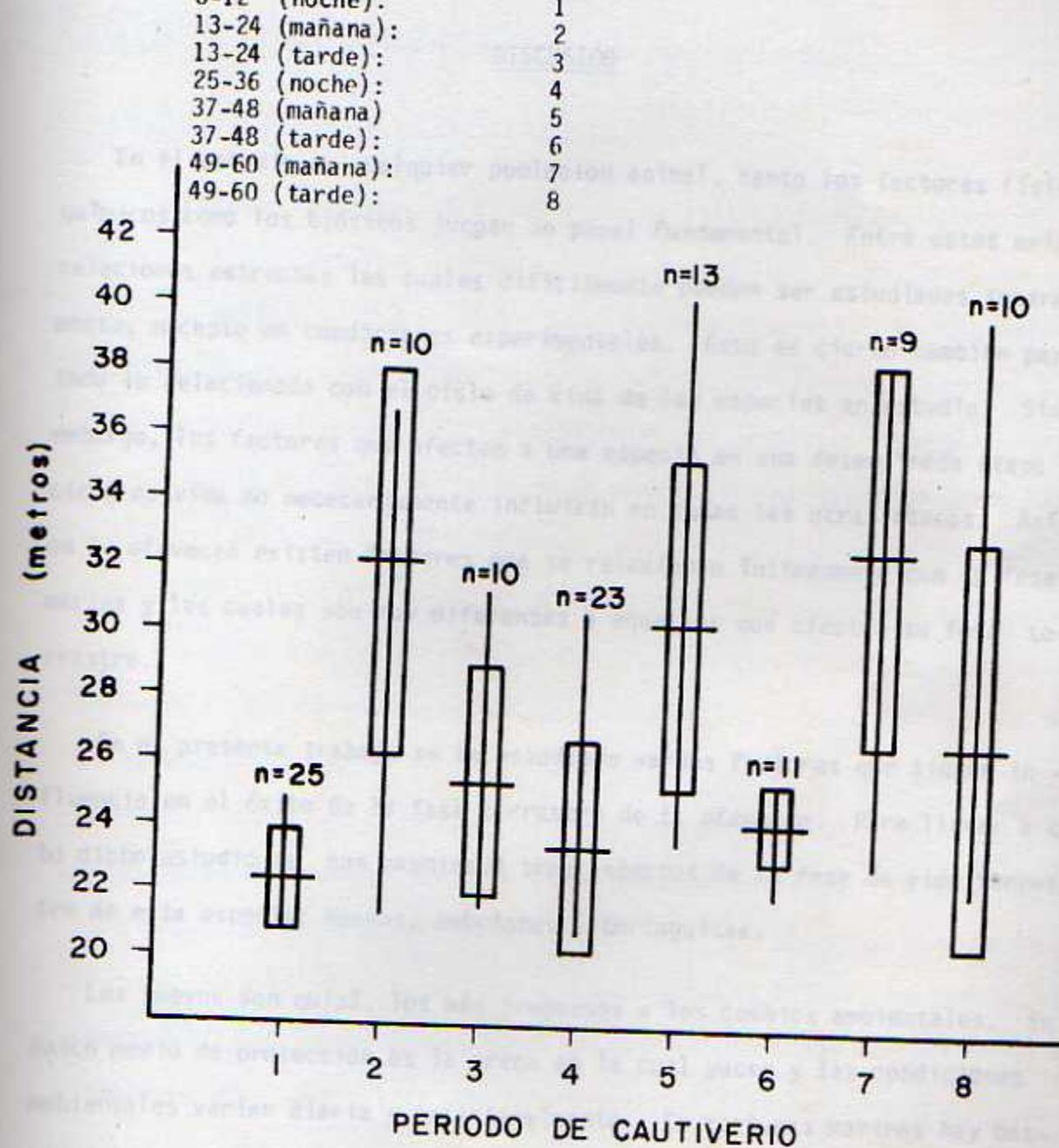


FIGURA N^o18

RELACION ENTRE LA DISTANCIA RECORRIDA Y EL PERIODO DE CAUTIVERIO.

DISCUSION

En el estudio de cualquier población animal, tanto los factores físico-químicos como los bióticos juegan un papel fundamental. Entre estos existen relaciones estrechas las cuales difícilmente pueden ser estudiadas separadamente, excepto en condiciones experimentales. Esto es cierto también para todo lo relacionado con el ciclo de vida de las especies en estudio. Sin embargo, los factores que afectan a una especie en una determinada etapa del ciclo de vida no necesariamente influirán en todas las otras etapas. Así, en *L. olivacea* existen factores que se relacionan íntimamente con su fase marina y las cuales son muy diferentes a aquellos que afectan su fase terrestre.

En el presente trabajo se ha estudiado varios factores que tienen influencia en el éxito de la fase terrestre de *L. olivacea*. Para llevar a cabo dicho estudio se han examinado tres aspectos de la fase de vida terrestre de esta especie: huevos, embriones y tortuguitas.

Los huevos son quizá, los más propensos a los cambios ambientales. Su único medio de protección es la arena en la cual yacen y las condiciones ambientales varían diaria y estacionalmente. En tortugas marinas hay bastante información sobre la forma, tamaño, peso y número de huevos, pero el desconocimiento es completo respecto a la ultraestructura de las cáscaras de los huevos de las diferentes especies, a pesar de que este es el fundamento estructural externo que permite los procesos de intercambio de sustancias entre el ambiente y el interior del huevo. Es por esta razón que en el presente trabajo se describió por primera vez la ultraestructura de la

cáscara del huevo de una tortuga marina como es *L. olivacea*.

La ultraestructura de la cáscara de *L. olivacea*.

La cáscara del huevo de *L. olivacea* se diferencia de la del huevo de ave, al no presentar una cutícula lisa, sino que por el contrario se asemeja a una coliflor. Las unidades de sales de calcio están posiblemente constituidas químicamente por carbonato de calcio, "calcita" y aragonito, sustancias encontradas por Baird y Salomón (1979) en huevos de *C. mydas*. Las sales de calcio del huevo de la tortuga lora no forman columnas, como las descritas por Rahn, et al. (1979) en el huevo de ave. No se observan conos mamilarios y existe una segunda capa semejante a las dos membranas de la cáscara del huevo de ave, pero no se observan fibras sino sales de calcio compactadas e inmediatamente debajo se encuentra la membrana corioalantoidea. El aspecto de los poros es muy diferente, pues estos no son tubularmente uniformes en toda su extensión, sino que sus paredes son irregulares y algunos se encuentran parcialmente obstruidos por las mismas sales de calcio. Es a través de estos poros que ocurre la difusión. Lamentablemente como hasta el momento no existen descripciones sobre la ultraestructura de las cáscaras de los huevos de las otras especies de tortugas marinas no se ha podido hacer comparaciones para establecer sus diferencias y similitudes.

Transporte de agua a través de la cáscara, consumo de oxígeno y osmolaridad interna.

Prange y Ackerman (1974) enfatizan que la difusión es el mecanismo primario de intercambio de sustancias entre los huevos de las tortugas marinas y su ambiente. Por consiguiente si las condiciones de la arena varían constantemente la difusión de sustancias en los nidos también variará, lo

cual repercutirá directamente en el desarrollo del embrión. Además, la di fusión requiere, para que se lleve a cabo, de que todo el sistema (ambien- te-huevo) funcione adecuadamente y para que esto suceda, los huevos deben poseer además de su estructura, una constitución química muy particular. La cáscara debe ser porosa y la osmolaridad interna tiene que favorecer el intercambio de agua y de gases. Los parámetros que gobiernan esta difusión son complejos. En los huevos de ave por ejemplo la difusión está regulada por el tamaño de los poros y la concentración de gases. Los huevos de tor- tuga, al igual que los huevos de ave, deben poseer mecanismos reguladores de difusión semejantes (Prange y Ackerman, 1974). Sin embargo, los cambios de turgencia de los huevos tienen además un fundamento fisiológico, basado en la osmolaridad interna del huevo. En *L. olivacea* esta es menor que la del agua de mar (567,86 y 847,60 mOsm respectivamente), por lo tanto al colocar huevos en soluciones salinas con concentraciones iguales o mayores a la del agua de mar, el huevo tiende a perder agua y como consecuencia peso. Precisamente esto fue lo que sucedió durante las primeras doce ho- ras con los huevos del segundo sistema experimental colocados en aguas con concentraciones salinas de 10‰ y superiores. En el primer sistema expe- rimental las variaciones de peso determinadas cada dos horas no fueron constantes, sino que se observó un comportamiento irregular en el que hu- bo momentos en que se perdió agua y otros en que se absorbió, a pesar de esto el resultado neto a largo plazo fue pérdida de agua (como se demues- tra al observar las curvas obtenidas de los resultados del segundo siste- ma, Fig. N° 6). Los valores obtenidos con los huevos sumergidos en agua al 10‰, parecen desviarse de la tendencia esperada. Este hecho se de- bió a que en esta concentración salina, se utilizó para el primer sistema un grupo de huevos diferente al utilizado en el segundo que pertenecían a

otra ovopostura, lo que pudo provocar un comportamiento diferente durante las primeras doce horas, el cual se modificaría durante las horas siguientes eliminando el exceso de agua.

Si los huevos se sumergen en un medio hipotónico se facilita el paso de agua hacia el interior de estos para equilibrar las concentraciones; esto fue precisamente lo que sucedió durante las primeras veinticuatro horas de observación en el primer sistema con los huevos colocados en agua destilada y dulce. Sin embargo, los huevos que manifestaron un aumento porcentual mayor de peso estaban colocados en agua dulce. A pesar de que este tipo de agua posee una mayor concentración de sales que el agua destilada, se comprobó que la diferencia no era significativa.

En términos generales estos resultados son semejantes y corroboran las observaciones realizadas por Bustard y Greenham (1968) con huevos de *C. mydas* puestos en arenas humedecidas con aguas destilada o de mar al 25% ($9\frac{0}{100}$), 50% ($17\frac{0}{100}$), 75% ($25,91\frac{0}{100}$) y 100% ($34,33\frac{0}{100}$). En la arena humedecida con agua destilada se observó un aumento de peso pero en la humedecida con agua de mar al 75% y 100% se demostró una pérdida.

El consumo de oxígeno es un reflejo de la actividad metabólica de los huevos; por esta razón los huevos usados en las determinaciones del consumo de oxígeno fueron tratados con mucha precaución para evitar la contaminación con bacterias del ambiente exterior que pudieran consumir cantidades relativamente importantes de oxígeno. Sin embargo y a pesar de las precauciones no se puede descartar la posibilidad de que se produjera consumo de oxígeno por parte de las bacterias del agua o de las que ya venían con los huevos provenientes del tracto reproductivo de la madre. Es importante

hacer notar que los huevos absorbieron más oxígeno en agua dulce, que era la que contenía más oxígeno disuelto, sucediendo lo contrario con los huevos que estuvieron sumergidos en agua destilada que era la que poseía menor cantidad de oxígeno disponible. Estos resultados son evidencia de que la difusión del oxígeno es independiente de la salinidad.

Aspectos microbiológicos de la playa de Ostional y de los huevos de *L. olivacea*.

Como se expuso en la sección de resultados, mediante el análisis microbiológico de las muestras de arena y huevos tomadas durante las estaciones seca y lluviosa, se logró aislar o identificar una serie de microorganismos de importancia sanitaria, los cuales podrían ser perjudiciales para el hombre o animal doméstico que consuma los huevos. Además de la justificación sanitaria la importancia de esta parte del estudio de la fase terrestre de *L. olivacea* radica sobre todo en el perjuicio que estos microorganismos pudieran causar sobre los embriones.

Además de los efectos estacionales y climáticos, la arena de la playa es afectada por tres factores principales a través del año: a) por acción de las mareas, b) por las excavaciones de los cerdos y c) por efecto de las arribadas; las dos últimas, sobre todo en las partes altas de la playa, propician un aumento en la contaminación y dispersión bacteriana y fungosa que posiblemente repercute sobre los huevos de una manera aún desconocida. En este sentido, se requieren más estudios, pues en la presente investigación no se determinó si las bacterias y hongos encontrados invaden los huevos cuando estos son infértiles, o cuando los embriones han muerto o cierto porcentaje de los abortos es producido por algunos de los microorganismos pro-

venientes del tracto de la hembra o de la arena de la playa, lo cual sería de interés biológico.

Los cocos Gram(+) como *Staphylococcus aureus* y *Enterococcus* que fueron encontrados en la arena durante el mes de enero de 1979, se presentan normalmente en mucosas e intestinos humanos, pero son también responsables de producir infecciones de mucosas, vías urinarias e intestinales y endocarditis (Burrows, 1969).

Las bacterias Gram(-) entéricas representadas por los grupos *Arizona*, *Citrobacter*, *Pseudomonas*, *Hafnia* y *Klebsiella* se encuentran por lo general en el intestino del hombre y otros animales homeotermos como cerdos (Burrows, 1969). Al existir gran cantidad de cerdos domésticos que recorren la playa desenterrando huevos, era lógico encontrar este tipo de flora bacteriana en la arena y huevos. La playa está muy contaminada pues el recuento bacteriano fue sumamente alto (igual o mayor a 1×10^8 bacterias por mililitro).

El grupo *Arizona*, aislado también en huevos sanos, pertenece al grupo de bacilos paracólicos, es muy patógeno no sólo para los organismos poikilotermos sino también para aves y el hombre, produciendo infecciones en el tracto digestivo tan graves y mortales como las de *Salmonella*, de ahí su enorme importancia médica. *Citrobacter*, que también es un bacilo paracólico produce trastornos digestivos, aunque no muy graves (Burrows, 1969). A su vez este autor propone que además de trastornos digestivos, por lo general puede producir sinusitis, meningitis, endocarditis, peritonitis y es la responsable de los malos olores de los huevos de tortuga en descomposición. También están presentes en los huevos sanos y en la arena. Además de estos

tipos de bacterias, se determinó en la arena y en los huevos sanos

Pseudomonas sp.

Los estudios practicados durante la época lluviosa (mayo de 1979), comprobaron que no existe mucha diferencia en cuanto a los tipos de bacterias encontrados asociados con la arena, cáscaras y huevos podridos. Sin embargo, además de los grupos de bacterias citados anteriormente se aisló *Proteus mirabilis* que es un bacilo Gram negativo que se ha encontrado asociado con diversos tipos de enfermedades (Burrows, 1969).

La presencia en los huevos del hongo *Monosporium* debe resaltarse, pues este puede producir lesiones patológicas conocidas como maduromicosis (Conant et al., 1948). Lo anteriormente expuesto sugiere claramente la conveniencia de una investigación más profunda sobre los posibles efectos de estos microorganismos sobre la salud de la población de Ostional y sobre las tortugas.

Fertilidad, abortos y etapa de desarrollo embrionario abortada.

En lo referente a la fertilidad y al número de huevos por postura, su variación ocurrió de acuerdo al mes del año. El porcentaje máximo de fertilidad se observó en el mes de diciembre, lo que sugiere la hipótesis de que el apareamiento ocurre durante la época de arribada frente a nuestras costas. Durante el verano de 1979, no ocurrió ninguna arribada grande (aunque sí algunas pequeñas), por lo que se considera, según el criterio de Hughes y Richard (1972), como época de arribada, la que se presentó entre los meses de julio a diciembre de 1978, que corresponden a la estación lluviosa. Según se puede observar en la Fig. N° 8, la fertilidad en la

época lluviosa es mucho mayor que en la seca; por lo tanto, si el apareamiento sucede frente a nuestras costas durante el período de arribadas, era lógico que este hecho se presentara. A su vez, el número promedio de huevos por postura disminuyó en enero de 1979 (Fig. N° 16), lo cual podría señalar, en una forma indirecta las últimas posturas al haberse agotado los huevos maduros correspondientes al período reproductivo, (se supone que estos eran los huevos que quedaban dentro del cuerpo de las hembras antes de retornar a los lugares de alimentación). Además durante el mes de junio de 1979 se observó que el promedio de huevos fue el más alto de todo el período estudiado, lo que nos induce a pensar que las hembras que regresan de sus lugares de alimentación traen mayor cantidad de huevos formados, los que serán depositados en las playas sobre todo en los meses de julio a diciembre.

La tortuga lora exhibe períodos de arribadas en los meses más lluviosos del año (Hughes y Richard, 1972), este hecho no ha impedido que se hayan presentado arribadas en la época seca (Camareno, comunicación personal, 1976). A pesar de ello, se encontró porcentajes de abortos significativos tanto en la época lluviosa como en la seca (Fig. N°10). La mayor cantidad de abortos se observó durante los meses de diciembre de 1978 y abril de 1979. Este fenómeno se atribuyó a que estos meses correspondieron al cambio de estación invierno-verano y verano-invierno respectivamente, en la zona de estudio, que es cuando se manifiestan mayores fluctuaciones en el clima que pueden afectar drásticamente a los embriones. En la zona seca se manifestó un aumento del porcentaje de abortos a partir del mes de enero de 1979, alcanzándose el máximo de todo el período de observaciones en el mes de abril de ese mismo año, o sea durante los meses de febrero, marzo y abril

el aumento fue progresivo, siendo el mes de enero el menos afectado en dicha zona de playa. A su vez en la zona periódicamente húmeda, el porcentaje de abortos alcanzó su máximo en el mes de diciembre de 1978 y su mínimo en el mes de enero de 1979 (al igual que en la zona seca).

Durante el verano, febrero fue el mes que más contribuyó en forma individual al porcentaje de abortos total pues como se observa en el Cuadro N° 5, aporta casi la mitad de los mismos. Probablemente debido a ello la especie posee mecanismos todavía desconocidos que la inducen a no utilizar este mes para grandes arribadas. Durante los meses de diciembre (1978) y abril (1979) se determinó un porcentaje mayor de abortos en la zona siempre húmeda. Este porcentaje no sobrepasa estadísticamente al de las otras dos zonas sin embargo es una evidencia más que apoya la idea de que los cambios de estación afectan notablemente los embriones de cualquier zona de playa.

Los valores de los Cuadros N°s 8 y 9 sugieren, como se indicó anteriormente, que la playa en apariencia posee condiciones microambientales diferentes en la época seca y lluviosa que se anulan durante el transcurso del año. Ahora bien, bajo el supuesto de que la playa tiene variaciones microambientales uniformes, se planteó la hipótesis de que cada una de las tres zonas designadas en este estudio poseían igual promedio de abortos. Sin embargo, las pruebas de Chi-cuadrado permitieron rechazar esta hipótesis a un nivel de significancia de 0,005 para los datos totales, lo que nos hace pensar que las condiciones de cada zona son entre sí muy diferentes. Sin embargo, esta playa presenta la particularidad de que tales variaciones se compensan a través del año en cuanto al porcentaje de abortos en la época seca y lluviosa, no presentándose diferencias significativas en el análisis anual total.

Las primeras etapas del desarrollo embrionario de *L. olivacea* son las más sensibles y propensas a abortar. Cada etapa presentó diferencias significativas en el porcentaje de mortalidad, siendo la más afectada en todas las zonas, la número uno (desde la ovoposición hasta 15 días de incubación) y la menos afectada la número cuatro (de 40 a 46 días de desarrollo), a pesar de que se esperaba que fuera la número cinco (de 47 días hasta la eclosión) por pensarse que debería tener más fortaleza. Sin embargo en esta etapa se presenta más peligro durante el acto de la eclosión que les puede causar la muerte. Por ejemplo, si los huevos están localizados en las capas inferiores, la disponibilidad de oxígeno para los embriones es menor por lo que podrían perecer por asfixia, además de que si estos se encuentran presionados (se sabe que la cáscara en los últimos estadios está débilmente calcificada) o en posiciones muy incómodas, se impediría su eclosión muriendo.

Es evidente que en la zona siempre húmeda es donde se produce mayor porcentaje de abortos de la etapa número uno. Esto se explica debido al efecto plasmolizante del agua de mar sobre los primeros estadios de la segmentación y morfogénesis y que no afecta las etapas más avanzadas del desarrollo embrionario porque entran a funcionar mecanismos homeostáticos y estructuras más efectivas en la regulación de sales tales como el mesonefros (Torrey, 1978).

Con respecto al estudio del nido de esta especie como unidad biológica, no se han efectuado trabajos, pero las investigaciones en nidos de *C. mydas* parecen demostrar que los huevos localizados en las capas superiores e inferiores poseen cierto efecto altruísta y protegen a los demás.

Por esta razón se consideró importante cómo variaba la cantidad de abortos en la parte superior e inferior de los nidos de *L. olivacea*. Los huevos superiores están sometidos a frecuentes fluctuaciones de temperatura durante el día y su relativa cercanía con la superficie de la arena los expone a un grado mayor de cambios climáticos no sucediendo así con los huevos del centro, ni con los del fondo, que ejercen su efecto homeostático mayor en el nido. La existencia de una correlación, que a pesar de ser débil es significativa, entre la estación seca y una mayor la cantidad de abortos - arriba demuestran este importante hecho (Anexos N°s 5 y 6).

Rendimiento de la incubación en condiciones naturales.

La información bibliográfica disponible en este sentido es insuficiente. Schulz (1975) informa de los resultados de una serie de trabajos que han aclarado muchas dudas al respecto. Este autor informa que en las playas de Bigisanti y Eilanti en Surinam, se observó un 50% de nacimientos en 72 nidos examinados en el año 1970. Cornelius (1976), observó un sólo caso en el cual de 88 huevos nacieron 80 tortuguitas en playa Nancite (Costa Rica), es decir un 90,90% de rendimiento. En esta misma playa, Hughes y Richard en 1974, calcularon un total de 25,000 crías que se dirigían al mar, nacidas a partir de una arribada que dejó aproximadamente un millón quinientos mil huevos, lo que da un rendimiento de sólo 1,66%, el cual es considerado como muy bajo. Durante las observaciones realizadas en el presente estudio en la playa de Ostional se encontró un máximo de 95,00 y un mínimo de 53,37% basados en 20 nidos estudiados entre octubre y diciembre de 1978. El período de incubación observado fue de 47 a 56 días correspondiente a un promedio de 50,60 con una moda de 48 días. Casas (1978)

ha informado que en México la mayor parte de las incubaciones mostraron una moda de 47 días. Pritchard (1969) a su vez, menciona que el período de incubación de la especie en estudio en Surinam es de 49 a 62 días; Hughes y Richard (1974) observaron que *L. olivacea* manifiesta eclosión entre los 48 y 49 días de desarrollo en playa Nancite (Costa Rica). Estos datos no difieren mucho de los de otros autores, reafirmando la posibilidad de que la playa de Ostional reúna condiciones similares a las otras, sin embargo, existe una diferencia marcada respecto al período de 58 días reportado por Schulz (1975) en Bigisanti, Surinam, durante la época lluviosa (abril-mayo) de 1969, lo que indica que Bigisanti sí tiene condiciones diferentes a la playa de Ostional (o bien, las poblaciones del Pacífico y del Atlántico de *L. olivacea* son diferentes genéticamente al respecto).

El análisis de los resultados revela que el número de huevos influye favorablemente en el porcentaje de nacimientos. Esto podría deberse a que los mecanismos homeostáticos propios del nido se incrementarían al aumentar el número de huevos, propiciando un mayor éxito en el desarrollo. Aunque el número de huevos presenta una correlación negativa con respecto al período de incubación, las causas de tal efecto no pudieron ser determinadas en el presente estudio. Estadísticamente tampoco se encontró ninguna correlación entre el período de incubación y el rendimiento, lo cual quiere decir que pueden presentarse períodos de incubación largos con rendimientos altos o bajos y períodos de incubación cortos con rendimientos altos o bajos, como se observa en el Cuadro N° 7.

Rendimiento de la incubación artificial.

Existen factores que son conocidos y controlables en cierta medida, cuando se desea realizar una incubación artificial de huevos de tortuga marina. Sin embargo otros no lo son y también afectan el desarrollo de los mismos. Dentro de estos últimos están los factores internos propios del huevo (como por ejemplo carencia de chalazas), y factores externos (como la agitación al trasladarlos desde la playa hasta la cámara de incubación) que impiden el desarrollo del embrión en casos extremos. Es bastante difícil reproducir en un laboratorio todas las condiciones ambientales de un nido natural. Entre los principales factores controlables (o reproducibles) en el laboratorio, están la temperatura ambiental, el grosor de la capa de arena que cubre los huevos, la humedad, y el aireamiento del nido.

La temperatura es un factor primordial para la tasa de desarrollo del embrión y para la determinación de sexo en tortugas (Yntema y Mrosovsky, 1979). Se ha observado que el tiempo de desarrollo se alarga al bajar la temperatura y se considera que la temperatura ambiental más apropiada para una incubación artificial debe oscilar entre 28 y 30 C. Temperaturas superiores a 34 C desnaturalizan las proteínas de los huevos y los deshidratan (Simon, 1975).

En cuanto al grosor de la capa de arena que cubre los huevos, Márquez, et al. (1973) recomiendan que sea de 15 cm. En la presente investigación se usaron grosores de 2,54 cm para el modelo A de incubación artificial y 20 cm para el modelo B. La profundidad máxima de los nidos no deben sobrepasar los 45 cm, pues con la humedad la presión de la columna de arena y de los mismos huevos provocaría deformaciones que afectarían la presión

interna de los mismos la que según Quay (1976) compensa la presión externa. Este autor indica que la presión interna cambia conforme avanza el desarrollo embrionario, por lo tanto si la presión externa es muy alta, todos los procesos de desarrollo y crecimiento del embrión se ven afectados y en casos extremos puede hasta impedirlos. Si esto no ocurriera, se les dificultaría a las crías llegar hasta la superficie de la arena y salir del nido.

La humedad relativa de la arena tiene que ser moderada, pues una humedad muy alta y por períodos prolongados produce una abundante proliferación de bacterias y hongos que pudren los huevos y una humedad muy baja los deshidrata. En este estudio se consideró que lo adecuado era agregar 600 ml de agua por cada 17,50 l de arena por semana en cada nido experimental.

El aireamiento de la arena fue controlado por medio de agujeros hechos en las paredes de la hielera (modelo A) o dejando sin tapa el recipiente plástico (modelo B). Se hizo porque en experimentos preliminares se pudo observar que en un recipiente totalmente cerrado no se produce desarrollo o los embriones abortan en los primeros días de desarrollo.

Tomando en cuenta todos estos factores es interesante hacer la observación de que tanto el modelo A como el B estuvieron sometidos a condiciones similares de aireamiento. Se considera que estos dos factores, fueron primordialmente los causantes de que los huevos en el modelo B, tuvieran un período de desarrollo ligeramente más largo y una mayor cantidad de abortos. Sin embargo, fue con este modelo, que se obtuvo el mayor porcentaje de desarrollo (65,11%) y el más alto porcentaje de nacimientos (34,00%) (Cuadro N° 8 y Fig. N° 14). Lo cual podría interpretarse como que un grosor de la capa de arena de 20 cm y el aireamiento desde encima

de la arena (cuando todos los demás factores están controlados), es más efectivo que un grosor de arena de 2,54 cm y aireamiento lateral mediante agujeros en las paredes del recipiente.

No existen en la literatura datos que permitan comparar los resultados obtenidos aquí con los de otros investigadores. Los trabajos realizados en este sentido se han hecho con huevos de *C. mydas* en Gran Caimán y al nivel del mar y todavía no hay información disponible sobre las pruebas que se están llevando a cabo en Oaxaca, México con huevos de *L. olivacea* (Martínez, comunicación personal, 1978).

Simon, Ulrich y Parkes (1975) han informado que en Gran Caimán se obtuvo un alto rendimiento de 41,9% de nacimientos con huevos de tortuga verde con un sistema de incubación semejante al modelo A descrito por Simon (1975). En el presente trabajo el porcentaje máximo de nacimientos fue de 16,85%, valor que se acerca más al observado en México con nidos artificiales y con huevos colocados a una profundidad de 30-35 cm (Programa para la Conservación e Incremento de Tortugas Marinas en México, 1970).

La incubación artificial presenta varias ventajas sobre la realizada en condiciones naturales. Por ejemplo si se desea conocer el efecto de las diferentes variables sobre el desarrollo se pueden controlar cada una de las mismas en forma independiente. Permite obtener crías en el lugar requerido para estudios bioquímicos, genéticos, fisiológicos y de determinación de sexo que no podrían ser realizados en condiciones naturales debido a dificultades técnicas. Además con crías obtenidas mediante este proceso artificial se puede estudiar cómo son afectados los mecanismos orientadores naturales de las tortugas.

Orientación de las crías.

Una vez completada la incubación, las crías aguardan unas pocas horas dentro del nido y cuando la mayoría ha nacido inician su recorrido hacia el mar. El conocimiento de la serie de eventos orientadores que ocurren en este recorrido es aún incipiente. Resulta sorprendente que a pesar de que esta especie es quizá la más abundante de las tortugas marinas, no se hayan realizado más investigaciones en este sentido.

Con la excepción del trabajo de Verheijen y Wildschut (1973) las investigaciones respecto a la orientación de tortuguitas se ha realizado en otras especies. Los resultados de la presente investigación han dado evidencia para entender una serie de hipótesis sobre la orientación de *L. olivacea*, que hasta el momento sólo se habían comprobado parcial o totalmente en otras especies.

1) Orientación dentro de un aro de madera

En este estudio se comprobó que el uso de sólo cuatro secciones de circunferencia, en lugar de las 16 utilizadas por Mrosovsky y Shettleworth (1975) en su trabajo sobre la orientación de *D. coriacea*, facilita el estudio cuantitativo de la orientación de *L. olivacea*. Las crías por lo general se orientan hacia 4 ó 6 secciones de la circunferencia, lo cual hace innecesario tantas subdivisiones, además de que el conteo en cada dieciseisavo se dificulta debido al movimiento tan activo que poseen los individuos.

Tal como lo comentan Carr y Ogren (1960) para las crías de *C. mydas* y *D. coriacea* y Philibosian (1976) para las crías de *E. imbricata*, las tortuguitas de *L. olivacea* son atraídas también hacia dos factores: a) grandes

áreas abiertas (sin obstáculos), b) áreas con gran luminosidad, de ahí su preferencia por los cuadrantes A y B, los cuales tenían dirección hacia el mar y hacia el sol. La presencia o ausencia relativa de sol provoca pequeñas diferencias en el comportamiento de orientación de esta especie. Los análisis realizados en las mañanas nubladas demostraron que hay una mayor propensión a orientarse hacia el mar que hacia la posición del sol. Quiere decir, que las crías discriminan el factor orientador ausente (sol) y escogen el factor orientador presente (mar), aunque no tengan contacto visual con ninguno de los dos. Este hecho es sumamente importante, pues indica que deben existir otras guías, que como lo proponen Mrosovsky y Shettleworth (1975) para *C. mydas* no tienen que ser necesariamente visuales.

Aparentemente las tortuguitas lora no sufren una desorientación tan marcada en días sin sol, como la que observaron Mrosovsky y Shettleworth en crías de *D. coriacea*, pues se notó una mayor tendencia efectiva de *L. olivacea* a orientarse hacia la posición del mar. Asimismo en la tarde reciben el estímulo visual directo del sol y posiblemente perciben algún otro estímulo todavía desconocido que les indica la posición relativa del mar. Esto provoca que al sumarse los dos factores, la mayor frecuencia de individuos se localicen orientados hacia esas dos direcciones, relegando a un segundo plano el desplazamiento hacia el estero y la vegetación. Dichos factores por lo general fueron eludidos al igual que lo hacen las crías de *C. mydas* (Mrosovsky y Shettleworth, 1975).

Los resultados obtenidos respecto a la capacidad de orientarse hacia la posición relativa del sol, parecen indicar que las crías de *L. olivacea*

poseen al igual que la tortuga terrestre *Chrysemys picta*, un reloj biológico (estudiado por DeRosa y Taylor, 1978) que determina la compensación temporal del movimiento aparente del sol en el cielo (15° por hora aproximadamente).

El comportamiento de las crías de *L. olivacea* sugiere que no existen diferencias en la conducta de orientación diurna (cuando el tiempo está nublado) y la nocturna pues los especímenes se guían por los mismos factores orientadores, aunque se deja abierta la posibilidad de que existan otros aún no percibidos por el hombre.

2).- Relación del tamaño y peso en el tiempo de desplazamiento.

La jornada desde el nido al mar es un momento crítico en el ciclo de vida terrestre de las tortuguitas marinas. Es importante por lo tanto, que el desplazamiento hacia el mar sea efectivo. El éxito de dicho desplazamiento está relacionado con la rapidez con que las tortuguitas se desplazan y depende de su tamaño y de su peso. En este sentido no hay trabajos realizados con ninguna especie de tortugas marinas. Por esta razón aquí se informa por primera vez de varios hallazgos importantes.

Como toda población animal, las tortuguitas de *L. olivacea* presentan caracteres que se relacionan y que varían al comparar los diferentes individuos y los grupos poblacionales entre sí. Dos de estas características, el peso y el tamaño, se relacionan con el tiempo de desplazamiento y con el éxito en alcanzar en el menor tiempo posible el lecho marino. El aumento de tamaño guarda una relación inversa respecto al tiempo de desplazamiento, lo cual repercute desventajosamente sobre los individuos más grandes

por ser estos más visibles y más expuestos a los depredadores (zopilotes, cangrejos, gaviotas, etc.). De tal forma el alargamiento del período de desplazamiento es ventajoso, pues una parte del tiempo, el animal se en encuentra inmóvil y los depredadores no captan sus movimientos.

La presencia de una relación directa entre el aumento de peso y el incremento del tiempo de desplazamiento no es tan determinante porque un individuo fuerte puede desplazarse en menor tiempo, aunque su peso sea mayor que un individuo débil y con peso menor.

3) Efecto del tiempo de cautiverio sobre su éxito en alcanzar el lecho marino por primera vez.

Los datos obtenidos se expresaron en razón de distancia y tiempo, pues se considera que el término velocidad es más apropiado para recorridos con movimiento constante y no como el de las crías de las tortugas marinas que presentan breves períodos de descanso. Márquez, Villanueva y Peñaflores (1976), indican que después de salir del nido, las crías de *L. olivacea* re corren trechos cortos de 0,5 a 2 metros descansando unos segundos y reinician la marcha a fin de sortear en el menor tiempo posible los numerosos peligros que las acechan; sin embargo más adelante se hace un comentario en términos de velocidad.

La evidencia acumulada en esta investigación parece indicar que perfo dos de cautiverio de 13 hasta 60 horas no afectan el tiempo ni la distancia durante las horas de la mañana. Tampoco durante las horas de la tarde. Pero al compararlos se notó una diferencia significativa. Los tiempos y las distancias de la tarde fueron menores que los de la mañana. A su

vez los de la noche siempre fueron menores que los del día. Probablemente el aumento de la eficacia en el desplazamiento venga relacionado con un descenso de la temperatura ambiental. McAllister (1965) dice que el brote de las crías ocurre en temperaturas menores de 33 C, por lo tanto es muy probable encontrar una gran cantidad de tortuguitas desplazándose hacia el mar durante las últimas horas de la tarde, en la noche o en las primeras horas de la madrugada.

La velocidad promedio del recorrido en las tortuguitas con el mínimo de cautiverio (de 0 a 12 horas) fue superior a la de las que tenían el máximo período de cautiverio (de 49 a 60 horas). Para las primeras fue de 94,80m/hora y para las segundas de 92,13m/hora o sea que existe una diferencia significativa de 2,67m/hora. Esta observación cuantitativa concuerda con la observación cualitativa de Márquez, et al., (1976) que notaron que las crías al ser mantenidas en cautiverio por unos días y ser liberadas en la playa, la velocidad que manifiestan es mucho más lenta que cuando acaban de salir del nido y al llegar al agua pueden ser rechazadas varias veces por el oleaje y regresar a la playa debido a su debilidad.

Estos experimentos podrían servir de indicación sobre el grado de éxito (posterior a la penetración en el mar) de las tortuguitas sometidas a cautiverio por cualquier motivo.

CONCLUSIONES

Se concluye que la ultraestructura de la cáscara del huevo y su osmolaridad interna son los fundamentos físico-químicos de la forma particular en que ocurre la difusión de agua y oxígeno en los huevos de *L. olivacea* y que la difusión de agua depende de la concentración de sales, no así la del oxígeno que es directamente proporcional a su concentración ambiental y no es afectada por la salinidad.

La fertilidad de los huevos varía de acuerdo al mes del año. En este estudio se observó un máximo en el mes de diciembre y un mínimo en febrero, debido posiblemente a que los apareamientos son comunes en época de arribada.

El número promedio de huevos también varió de acuerdo al mes. Se obtuvo un promedio máximo de 103,70 m en el mes de junio y un promedio mínimo de 89,00 en el mes de enero. Se supone que las hembras traen mayor número de huevos ya formados para ser depositados al regresar a la costa provenientes de los lugares de alimentación.

Las condiciones de la playa de Ostional son muy variables durante el año, pero se llegó a la conclusión de que la ubicación del nido en una zona particular afecta el desarrollo de los huevos. La que más los perjudica es la zona seca (I) y la que menos, la zona siempre húmeda (III), debido al efecto deshidratante de la primera en el verano.

La etapa del desarrollo embrionario más perjudicada en cualquier zona es la número uno (desde la ovoposición hasta 15 días de incubación) y la menos afectada es la número cuatro (de 40 a 46 días).

No hay correlación entre el período de incubación artificial y su rendimiento, pero para obtener un buen rendimiento, debe controlarse la temperatura del ambiente, la humedad, el grosor de la capa de arena que cubre los huevos y el aireamiento del nido. El modelo B es el que produce un mayor rendimiento.

Con respecto a la orientación de las crías de *L. olivacea* se concluye que prefieren orientarse hacia el mar o hacia el sol y esquivan el estero o los obstáculos opacos como la vegetación. En días nublados o en la noche hay una marcada propensión a dirigirse en una sola dirección hacia el mar, aunque este no sea visible.

Existe una relación inversa entre tamaño y el tiempo de desplazamiento y una relación directa muy débil entre su peso y el tiempo de recorrido.

Las horas de cautiverio afectan la orientación de las crías. Cuando las horas de cautiverio aumentan, su recorrido se vuelve errático y el tiempo en recorrer una distancia dada es mucho mayor. Sin embargo, cuando la temperatura ambiental no es mayor de 33 C, la rapidez del desplazamiento aumenta desde la mañana hasta la noche.

LITERATURA CITADA

- Ackerman, R.A. y H.D. Prange.
1974. Oxygen consumption and mechanisms of gas exchange of green turtle (Chelonia mydas) eggs and hatchlings. *Copeia* 1974: 758-763
- Baird, T. y S.E. Salomon.
1979. Calcite and aragonite in the egg shell of Chelonia mydas. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 36(3): 295-303.
- Bergoling, J.P. y L.G. Brenes.
1977. Mapa geomorfológico de Costa Rica. Según las imágenes tomadas por el satélite Landsat. Instituto Geográfico Nacional. Costa Rica.
- Burrows, W.
1969. Tratado de Microbiología. Editorial Interamericana. 19 Edición. México. 972 p.
- Bustard, H.R. y P.M. Greenham.
1968. Physical and chemical factors affecting hatchling in the green sea turtle: Chelonia mydas. *Ecology* 49: 269-276.
- Camareno, J.D.
1976. Ha habido flotas grandes en verano. Comunicación Personal.
- Carr, A.F. y L. Ogren.
1960. The ecology and migrations of sea turtles. IV. The green turtle in the Caribbean Sea. *Bull. Amer. Mus. Natur. Hist.* 121. 48 p. 26 Fig.
- Casas-Andreu, G.
1978. Análisis de la anidación de las tortugas marinas del género Lepidochelys en México. *An. Centro del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autom. Mexico* 5(1): 141-158.
- Conant, N.E.; D.S. Stoves; D.T. Smith; R.D. Baker y J.L. Callaway.
1948. Maduromicosis. *Manual de Micología Clínica.* pp. 242-258. Edit. Manuales Médicos Neptuno, Cuba. 456 p.
- Conant, N.E.; D. Tillerson; R. Denio y J. Lamar.
1971. *Micología.* Edit. Interamericana, México 3era. Edición: 592 p.

- Cornelius, S.E.
1976. Marine turtle nesting activity at Playa Naranjo, Costa Rica. *Brenesia* 8: 1-27.
- De Rosa, C.T. y D.H. Taylor.
1978. Sun-Compass Orientation in the painted turtle Chrysemys picta. *J. Herpetol.* 12: 25-28.
- Difco Laboratories Incorporated.
1971. Difco Manual. Editorial Difco Laboratories Incorporated, 9a. Edición. Michigan, E.U. 350 p.
- Flores, E.M. y A.M. Espinoza.
1977. Epidermis foliar de Glycine soja Sieb. y Succ. *Rev. Biol. Trop.* 25: 263-273.
- Hughes, D.A. y J.D. Richards.
1972. Some observations of sea turtle nesting activity in Costa Rica. *Mar. Biol.* 16: 297-309.
- Hughes, D.A. y J.D. Richard.
1974. The nesting of the Pacific Ridley turtle, L. olivacea in Playa Nancite, Costa Rica. *Mar. Biol.* 24: 97-107.
- McAllister, H.J., H.J. Bass y H.J. van Schoor.
1965. Marine turtles on the coast of Tongaland, Natal Parks. Game and Fish Preservation Board. *Lammergeyer* 3(2): 10-40.
- Mrosovsky, N. y S.T. Shettleworth.
1975. On the orientation circle of the leatherback turtle, Dermodochelys coriacea, *Anim. Behav.*, 23: 568-591.
- Martínez, A.
1978. Se está comenzando a la recopilación de datos sobre el rendimiento real de la incubación artificial de huevos de L. olivacea en México. Comunicación personal.
- Márquez, M.R.; A. Villanueva y J.L. Contreras.
1973. Instructivo para la protección de las tortugas marinas. Serie Divulgación I.N.P. *Sinop.* 2: 1-43.
- Márquez, M.R., A. Villanueva, y C. Peñaflores.
1976. Sinopsis de datos biológicos sobre la tortuga golfina, Lepidochelys olivacea (Eschscholtz, 1829) en México. I.N.P. *Sinop. Pesca* 2. 61 p.

- Philibosian, R.
1976. Disorientation of hawksbill turtle hatchlings, Eretmochelys imbricata, by stadium lights, *Copeia* 1976: 824.
- Prange, H.D. y R.A. Ackerman.
1974. Oxygen consumption and mechanisms of gas exchange of Green Turtle (C. mydas) eggs and hatchlings. *Copeia* 1974: 758-763.
- Pritchard, P.C.H.
1969. Sea turtles of the Guianas. *Fla. State Mus. Bull.* 13: 85-140.
- Quay, W.B.
1976. Impression tonometry of chelonian eggs (Reptilia, Testudines), a guide to internal pressure and membrane phenomena. *J. Herpetol.* 10: 55-62.
- Rahn, H.; A. Ar y C.V. Paganelli.
1979. How bird eggs breathe. *Sci. Amer.* 240(2): 38-47.
- Raven, V.
1946. Predator eating turtle eggs in the east Indies. *Copeia* 1946: 103.
- Robinson, D.C., J.G. McDuffie y S. Cornelius.
1973. Reproductive activity of the Pacific ridley turtle, Lepidochelys olivacea. LIII An. Meet. Am. Soc. Ichth. and Herp. Costa Rica, 1973). Abstracts.
- Schulz, J.P.
1975. Sea turtle nesting in Surinam. *Zool. Verh, uitgegeven door het Rijksmuseum van Natuurlijke Historie Leiden, N° 143, the Netherlands.* 144 p. 28 Lam.
- Simon, M.H.
1975. The green sea turtle (Chelonia mydas), collection, incubation and hatchlings of eggs from natural rookeries, *J. Zool. Lond.* 176: 39-48.
- Simon, M.H., G.F. Ulrich y A.S. Parkes.
1975. The green sea turtle (Chelonia mydas) mating, nesting and hatching on a farm. *J. Zool. (London).* 177: 411-423.
- Strickland, J.D.H. y T.R. Parson.
1972. A practical handbook of sea water analysis, II Edición. Fisheries research board of Canada. Ottawa. pag. 23-26.

Torrey, T.W.

1978. Morfogénesis de los Vertebrados. 3a. Edición, Editorial Limusa, México. 576 p.

Tosi, J.A.

1969. Mapa ecológico de la República de Costa Rica según la clasificación de zonas de vida del mundo de L.R. Holdridge. Centro Científico Tropical, Costa Rica.

Verheijen, F.J. y J.T. Wildschut.

1973. The photic orientation of hatchling sea turtles during water finding behaviour. Neth. J. Sea. Res. 7: 53-67.

Yntema, C.L. y N. Mrosovsky.

1979. Incubation temperature and sex ratio in hatchling loggerhead turtles; A preliminary report. Marine Turtle Newsletter. 11: 9-10.

... y tiempo (se reciben 150 retiros de plasma) de las torpederas
 de la flota en un experimento realizado en la noche

Tabla 1. Datos de los experimentos realizados en la noche

Velocidad (km/h)	Distancia (km)	Tiempo (min)
30,40	14,89	0:05:11
41,50	14,87	0:06:55
20,10	14,71	0:06:41
41,10	14,10	0:07:05
40,00	14,77	0:07:30
47,25	14,80	0:08:00
41,00	14,20	0:08:15
40,10	14,50	0:08:18
42,10	14,80	0:08:18
40,10	14,20	0:08:00
41,15	14,60	0:08:00
39,00	14,70	0:10:00
41,00	14,30	0:11:11
34,90	14,60	0:11:25
30,20	14,70	0:11:10
41,10	14,20	0:11:00
30,10	14,90	0:11:20
47,00	14,91	0:12:10
30,10	12,00	0:10:10
30,00	15,00	0:11:00
47,10	14,80	0:12:00
40,00	14,20	0:12:10
37,50	15,64	0:14:10
37,00	15,65	0:14:50
41,50	15,70	0:15:10
36,00	15,14	0:15:20
47,15	17,00	0:20:00
20,00	14,70	0:17:10
21,00	14,61	0:17:00
20,20	14,71	0:20:00

ANEXOS

Tamaño, peso y tiempo (en recorrer 150 metros de playa) de las tortuguitas de L. olivacea en un experimento realizado en la mañana

NUMERO DE TORTUGA	TAMAÑO (mm)	PESO (g)	TIEMPO (horas)
1	39,40	14,00	8:06:15
2	41,50	14,37	8:06:45
3	39,10	15,20	8:06:45
4	41,10	14,10	8:07:05
5	40,00	15,75	8:07:30
6	41,20	14,50	8:08:00
7	41,00	16,40	8:08:15
8	40,00	14,50	8:08:15
9	40,10	13,95	8:08:15
10	40,40	13,25	8:09:08
11	41,15	14,40	8:09:08
12	39,00	14,70	8:10:07
13	41,00	13,50	8:11:11
14	38,50	12,50	8:11:25
15	38,20	14,70	8:11:25
16	41,10	15,00	8:11:58
17	38,10	14,97	8:11:59
18	41,00	14,93	8:12:15
19	38,10	12,00	8:12:19
20	38,50	15,00	8:12:22
21	41,10	14,60	8:12:28
22	40,00	14,20	8:13:28
23	39,50	16,66	8:14:10
24	37,00	15,85	8:14:59
25	41,50	18,70	8:15:05
26	39,00	16,16	8:15:35
27	41,25	17,00	8:15:44
28	39,00	16,90	8:17:16
29	41,00	16,45	8:18:26
30	40,20	16,74	8:20:00

ANEXO N° 2

Tamaño, peso y tiempo (en recorrer 150 metros de playa) de las tortuguitas de L. olivacea en un experimento realizado en la mañana

NUMERO DE TORTUGA	TAMAÑO (mm)	PESO (g)	TIEMPO (horas)
1	38,50	13,29	6:45:30
2	38,50	12,80	6:45:40
3	39,00	14,12	6:46:00
4	39,00	14,50	6:46:30
5	41,50	13,50	6:47:20
6	39,50	11,04	6:48:10
7	41,50	14,32	6:49:05
8	43,00	18,75	6:53:35
9	40,50	13,59	6:54:10
10	38,00	15,83	6:54:50
11	40,00	12,96	6:55:40
12	40,50	13,70	6:56:05
13	42,00	13,89	6:58:50
14	38,00	12,50	6:59:00
15	40,00	13,62	7:00:15
16	37,00	11,20	7:02:50
17	36,50	12,42	7:03:25
18	36,50	11,50	7:05:30
19	38,00	13,10	7:07:35
20	39,50	13,75	7:07:38

**Distribución y caracterización del contenido de los huevos
de *A. albopictus* de varios nidos en EPOCA SECA
(Ostional, Guanacaste)***

LUGAR O ZONA DE PLATA	FECHA (día, mes, año)	CLASIFICACION DEL CONTENIDO DE LOS HUEVOS			
		FERTILES	INFERTILES	ABORTOS	TOTAL
ZONA SECA	6 enero 1979	1 (1)	80	0 (-)	81 (0,0)
		70 (5)	28	0 (-)	98 (0,0)
		42 (5)	18	0 (-)	60 (0,0)
		1 (1)	100	0 (-)	101 (0,0)
		26 (5)	54	26 (1)	86 (3,8)
		0 (5)	87	0 (2)	108 (3,0)
	19 enero 1979	10 (5)	87	10 (1)	97 (1,6)
		0 (-)	85	0 (-)	85 (0,0)
		0 (-)	88	0 (-)	88 (0,0)
		0 (-)	110	0 (-)	110 (0,0)
		79 (2)	10	1 (1)	89 (0,2)
		1 (2)	87	1 (2)	96 (0,0)
	3 febrero 1979	95 (5)	2	1 (1)	97 (0,1)
		100 (5)	2	0 (-)	102 (0,0)
		0 (-)	80	0 (-)	80 (0,0)
51 (1)		40	55 (1)	95 (5,5)	
25 (4)		82	25 (4)	102 (2,3)	
2 (4)		87	2 (4)	89 (0,0)	
2 marzo 1979	36 (5)	45	36 (5)	81 (2,7)	
	52 (1)	52	52 (1)	104 (4,10)	
	80 (2)	51	40 (1)	121 (4,10)	
	7 (3)	98	7 (1)	108 (0,1)	
	0 (-)	87	0 (-)	87 (0,0)	
	0 (-)	102	0 (-)	102 (0,0)	
TOTALES	102 (4)	3	20 (2)	105 (10,10)	
	86 (4)	0	18 (2)	86 (5,1)	
	0 (-)	108	0 (-)	108 (0,0)	
TOTALES	878	1078	298	2557	
\bar{x}	47,95	84,54	19,87	84,70	
PERIODICA- MENTE HUMI- DA.	6 enero 1979	60 (4)	50	0 (-)	110 (0,0)
		58 (5)	30	0 (-)	88 (0,0)
		0 (-)	89	0 (-)	89 (0,0)
	19 enero 1979	55 (5)	15	7 (1)	70 (1,4)
		82 (5)	10	0 (-)	92 (0,0)
		70 (2)	32	10 (2)	102 (5,5)
	3 febrero 1979	68 (5)	40	68 (2)	108 (10,9)
		33 (5)	88	36 (2)	119 (1,3)
		40 (5)	80	17 (3)	100 (2,4)
		0 (-)	81	0 (-)	81 (0,0)
		0 (-)	110	0 (-)	110 (0,0)
		0 (-)	74	0 (-)	74 (0,0)
	2 marzo 1979	35 (1)	71	35 (1)	106 (5,5)
		58 (1)	30	3 (1)	86 (2,0)
		44 (1)	80	17 (1)	124 (2,1)
14 (2)		83	16 (1)	99 (1,1)	
23 (2)		51	2 (1)	74 (0,2)	
07 (2)		4	21 (2)	101 (4,9)	
TOTALES	100 (4)	2	18 (1)	102 (0,3)	
	837	868	247	1800	
	\bar{x}	55,80	50,95	20,18	95
SIEMPRE HU- MEDA.	6 enero 1979	25 (5)	81	0 (-)	106 (0,0)
		73 (4)	40	0 (-)	113 (0,0)
	3 febrero 1979	67 (2)	33	80 (1)	100 (2,2)
		0 (-)	90	0 (-)	90 (0,0)
		0 (-)	110	0 (-)	110 (0,0)
		0 (-)	83	0 (-)	83 (0,0)
	2 marzo 1979	89 (1)	40	0 (-)	99 (0,0)
		75 (1)	25	0 (-)	100 (0,0)
		0 (-)	102	0 (-)	102 (0,0)
		0 (-)	85	0 (-)	85 (0,0)
TOTALES	299	704	20	1003	
\bar{x}	59,80	70,40	7,00	100,30	

- * Los valores entre paréntesis de la columna de:
- FERTILES corresponden a la etapa de desarrollo embrionario viva.
 - ABORTOS corresponden a la etapa de desarrollo embrionario abortada.
 - TOTAL corresponden: el primer valor al número de abortos superiores; el segundo valor al número de abortos inferiores (cada uno de ellos determinados a partir de una muestra de 10 huevos).

L. glaucus de varios nidos en EPOCA Lluviosa
(Distonal, Guamcaste)

LUGAR O ZONA DE PLAYA	(día, mes, año)	CLASIFICACION DEL CONTENIDO DE LOS HUEVOS			
		FERTILES	INFERTILES	ABORTOS	TOTAL
ZONA SECA	14 diciembre 1978	94 (1)	10	1 (1)	104 (1,0)
		47 (2)	35	10 (1)	82 (3,2)
		18 (3)	54	3 (2)	72 (7,1)
		60 (3)	29	0 (-)	89 (0,0)
		68 (3)	27	0 (-)	95 (0,0)
		89 (4)	9	7 (2)	998 (5,2)
		88 (4)	15	15 (1)	103 (8,6)
		69 (4)	34	25 (2)	103 (4,4)
		90 (5)	11	10 (4)	101 (5,4)
		85 (5)	22	47 (1)	108 (6,6)
	85 (5)	20	12 (3)	106 (6,2)	
	96 (5)	14	36 (1)	110 (8,4)	
	98 (5)	16	0 (-)	114 (0,0)	
	92 (5)	23	18 (3)	115 (8,8)	
	75 (5)	25	15 (3)	100 (8,7)	
	26 (5)	52	0 (-)	78 (0,0)	
	70 (5)	17	0 (-)	87 (0,0)	
	80 (5)	45	0 (-)	125 (0,0)	
	58 (5)	29	6 (2)	87 (6,0)	
	0 (-)	90	0 (-)	90 (0,0)	
20 abril 1979	35 (3)	88	19 (1)	63 (9,4)	
	50 (2)	56	30 (1)	106 (6,6)	
	45 (2)	55	42 (2)	100 (5,5)	
	70 (2)	55	38 (1)	125 (8,4)	
	35 (3)	37	28 (2)	72 (10,8)	
	48 (4)	12	25 (2)	60 (7,37)	
86 (4)	12	35 (2)	98 (3,0)		
19 junio 1979	92 (3)	45	5 (1)	137 (0,2)	
	89 (4)	15	6 (1)	104 (0,2)	
	96 (4)	11	22 (2)	107 (4,10)	
	86 (2)	10	8 (2)	96 (1,3)	
	26 (2)	52	3 (2)	78 (0,0)	
	85 (2)	0	8 (2)	94 (0,4)	
	90 (1)	29	5 (1)	119 (0,2)	
	47 (2)	36	8 (1)	83 (0,1)	
	86 (2)	18	9 (1)	124 (1,6)	
	101 (2)	10	10 (1)	111 (2,7)	
TOTALES	2,556	1,067	506	3,623	
Σ	71	29,84	14,47	77,02	
PERIÓDICA- MENTE MU- NEDA.	14 diciembre 1978	73 (4)	38	9 (1)	109 (1,1)
		61 (4)	38	38 (2)	99 (5,6)
		7 (1)	98	7 (1)	105 (2,0)
		53 (5)	63	21 (1)	106 (2,1)
		95 (5)	24	15 (1)	120 (7,7)
		40 (5)	48	8 (2)	96 (2,0)
	90 (5)	30	60 (1)	120 (10,10)	
	75 (5)	10	0 (-)	85 (0,0)	
	20 abril 1979	58 (2)	29	19 (2)	87 (7,5)
		82 (3)	39	17 (2)	101 (8,3)
		48 (3)	40	23 (1)	88 (7,4)
		57 (5)	26	15 (2)	83 (10,5)
		71 (5)	22	31 (2)	93 (7,3)
	19 junio 1979	75 (2)	12	19 (2)	87 (0,2)
92 (2)		30	24 (2)	122 (2,2)	
90 (5)		18	17 (3)	108 (1,5)	
85 (5)		18	15 (3)	104 (2,4)	
74 (2)		22	23 (1)	96 (0,10)	
TOTALES	1,216	593	361	1,809	
Σ	67,56	32,94	21,24	100,50	
SIEMPRE MUNEDA	14 diciembre 1978	47 (5)	38	24 (1)	83 (7,1)
		86 (5)	13	45 (1)	99 (5,5)
		90 (5)	18	16 (5)	108 (6,5)
		86 (5)	23	56 (1)	109 (7,6)
	20 abril 1979	67 (2)	24	22 (1)	81 (10,5)
		80 (3)	25	60 (3)	85 (10,2)
		83 (3)	49	51 (1)	102 (8,1)
		67 (5)	32	10 (3)	99 (8,2)
	19 junio 1979	91 (2)	24	11 (1)	115 (1,5)
		50 (2)	40	8 (1)	90 (1,1)
		100 (2)	10	17 (2)	110 (3,10)
		59 (3)	27	4 (1)	86 (10,2)
	98 (2)	25	18 (2)	123 (8,10)	
	TOTALES	944	348	282	290
Σ	72,42	26,62	27,92	99,22	