

1986-1

Reg. No. 076223394

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

FACULTAD DE CIENCIAS



"Temperaturas Pivote para la Diferenciación Sexual en la  
Tortuga Marina *Lepidochelys olivacea* y sus  
Implicaciones en las Prácticas de Conservación"

FRANCISCO DE ASIS SILVA BATIZ

GUADALAJARA, JAL., 1986

TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

LICENCIADO EN BIOLOGIA

P R E S E N T A

FRANCISCO DE ASIS SILVA BATIZ

**A LA UNIVERSIDAD**

**A QUIEN ME DEBO**

**AGRADECIMIENTOS**

**AL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA**

**Y A LOS PROFESORES QUE ME FORMARON**

**A LOS PROFESORES**

**QUE ME FORMARON**

**A MIS PADRES:**

**LIC. OSCAR SILVA GUEVARA**

**LAURA E. BATIZ DE SILVA**

**A**

**EDUARDO A. AVALOS GUZMAN**

**Y**

**MARTHA BLANCHART DE AVALOS**

**A MIS COMPAÑEROS DE AULA**

**GRUPO "A"**

**AGRADEZCO:**

**AL LIC. JULIO ZAMORA BATIZ**

PADRINO DE LA CUARTA GENERACION

1982-1986

DE LICENCIADOS EN BIOLOGIA

Por su apoyo enorme e interés en la realización de este trabajo.

**AL BIOL. EDUARDO A. AVALOS GUZMAN**

DIRECTOR DE TESIS:

Por su amistad, apoyo, dedicación y paciencia que me brindó durante mi formación profesional y en la realización de mi tesis.

**AL DR. JAVIER E. GARCIA DE ALBA G.**

COORDINADOR DE INVESTIGACION DE LA

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

Por su inmensa ayuda brindada para la realización de esta investigación.

**AL DR. EN S.P. OSMAR MATSUI SANTANA**

INVESTIGADOR DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Por su dedicación y paciencia en transmitirme sus sabios consejos para mi formación como Biólogo.

**AL GRUPO "A" DE LA CUARTA GENERACION DE LIC. EN BIOLOGIA**

Por su amistad, apoyo y confianza que me brindaron a lo largo de la carrera.

A Todas aquellas personas que directa o indirectamente influyeron en la realización de este trabajo y que por razones de tiempo no se encuentran aquí.

## INTRODUCCION

Las tortugas son los reptiles más antiguos que existen. Aparecieron en la Tierra a principios del período Triásico hace aproximadamente 230 millones de años. Al igual que todos los reptiles, las primeras tortugas fueron terrestres. Actualmente estos animales se encuentran ampliamente distribuidos en las zonas intertropicales, tanto en el medio terrestre como en el medio acuático, ya sean dulceacuícolas o marinas.<sup>1,2</sup>

Las tortugas actuales han conservado características de los reptiles más primitivos, lo que las hace particularmente interesantes desde el punto de vista biológico y evolutivo. Las tortugas marinas evolucionaron a partir de las tortugas terrestres durante el período Cretácico hace 135 millones de años y son uno de los ejemplos, entre los reptiles, de organismos que se han adaptado al medio marino.<sup>3,4</sup>

Las tortugas forman el orden de los quelonios que actualmente incluye más de doscientas especies tanto terrestres como dulceacuícolas y marinas. De estas últimas existen ocho especies agrupadas en dos familias: Dermochelidae y Chelonidae o Testudinae.<sup>2</sup> De la primera existe una sola especie, (*Dermochelys coriacea*), conocida como tortuga "laúd" o "garapacho". La segunda familia incluye las siete especies restantes : la tortuga "golfina" (*Lepidochelys olivacea*) la "lora" (*Lepidochelys kempi*), la "carey" (*Eretmochelys imbricata*), la "caguama" o "cabezona" (*Caretta caretta*), la "prieta" (*Chelonia agassizi*), la "verde" (*Chelonia mydas*),

y por último la "kikila" (*Chelonia depressa*) confinada exclusivamente a aguas australianas. Cuatro de estas especies (golfina, prieta, laud y carey) anidan en las costas del estado de Jalisco.<sup>3</sup>

"Desde la antigüedad las tortugas han llamado la atención del hombre debido a la curiosa forma de su caparazón y a sus lentos movimientos en tierra. Estos animales han sido objeto de numerosas leyendas y anécdotas, desde la creencia hindú de que la Tierra estaba soportada por cuatro elefantes, los cuales a su vez -- descansaban sobre una enorme tortuga que representaba al Dios -- Visnú, hasta las conocidas fábulas de Esópo donde se realiza la lentitud de las tortugas al ponerlas a competir contra una liebre"<sup>1</sup> En el caso particular de las tortugas marinas, han sido objeto de una persecución indiscriminada, sobre todo en los países subdesarrollados en donde se "planea" una explotación intensificada de -- algunos recursos naturales, como "la mejor manera" de desarrollo.

→ Coincidentemente, la investigación biológica de las tortugas marinas y su explotación a nivel comercial toman auge en idéntica época.<sup>5</sup> La mayoría de estos estudios realizados fuera de México, se relacionan los aspectos ecológicos, fisiológicos y evolutivos, y tienden a la búsqueda de técnicas de conservación, observando a ésta, como un problema meramente biológico, sin tomar en consideración los aspectos sociales, económicos y culturales.

La importancia de las prácticas de conservación de los --

recursos (renovables y no renovables) tiene su esencia en la fundamentación de su objetivo cumbre: el bienestar social humano, considerándolo como : "La liberación del hombre de todas las trabas y ataduras que la someten a la sorda e indigna lucha por sobrevivir, y la creación de condiciones externas en las cuales pueda desarrollar libre y conscientemente sus plenas facultades físicas y espirituales, esto es, su verdadero valor humano, como único camino racional para lograr su satisfacción y utilidad en la vida, ante sí mismo y ante la sociedad"<sup>6</sup>. Bajo este contexto, la conservación llega a su máxima expresión cuando existe un equilibrio recursos-población, es decir, el mantenimiento de la cantidad y calidad de los recursos naturales, objetivo que se logra a través de la aplicación de varias medidas de conservación directas (investigación, restauración, etc) y sociales (ayuda oficial, controles legales, educación, etc)<sup>6</sup>.

En cuanto a la investigación biológica en los programas de conservación de la tortuga marina, es evidente la falta de estudios sobre algunos aspectos básicos para la estructuración y diseño de dichos programas. Debido en gran parte a lo complicado y costoso que resulta efectuar estudios profundos, no han sido suficientemente analizados factores como las migraciones, fecundidad, fertilidad, madurez sexual, crecimiento y desarrollo, determinación del sexo y selección del sitio de anidamiento, entre otros. Si bien esto no ha

representado un impedimento para el desarrollo de las actuales - técnicas de conservación de la tortuga marina, los nuevos conoci- mientos conducen potencialmente a su perfeccionamiento.

→ Actualmente las tortugas marinas son mundialmente recono - cidas como un recurso natural de gran importancia socioeconómica! En México, la explotación de la tortuga marina ha desempeñado un' papel trascendental en el desarrollo de algunas zonas costeras, - como es el caso particular de algunas comunidades de Jalisco, en' donde la venta y la distribución de los productos y subproductos' de estos animales constituyó en la década pasada, la actividad - fundamental en la que se cimentaba su crecimiento y desarrollo.

Desde 1963, cuando comienza la explotación comercial de la tortuga marina en Jalisco, y hasta 1984 cuando se declara veda - total por tiempo indefinido para este recurso, se han capturado ' legalmente, según cifras oficiales unas 200,000 tortugas (8,000 ' toneladas aproximadamente), que han arrojado utilidades por \$1,600' tomando en cuenta sólo la venta de la carne, beneficiándose así ' unas 400 familias. Sin embargo, estas cantidades se multiplican ' debido a la captura ilegal y al saqueo de nidos en las playas. '

→ Esta explotación no planeada ha reducido considerablemente las ' poblaciones de tortugas que anidan en las playas del Estado, ya ' que en 1970 se presentaron "arribazones" de 30 a 40 mil tortugas' en sólo 72 horas, y en 1985 se calculó que sólo anidaron 3,500 --

tortugas a lo largo de la temporada que abarca de julio a noviembre. Observando estas cifras se advierten los grandes beneficios que ha aportado la explotación de las tortugas marinas en Jalisco, y la importancia de los programas de conservación que se llevan a cabo en el Estado.

Como dato curioso, tanto el proceso evolutivo de las tortugas marinas sobre el planeta como la investigación sobre ellas y las técnicas para su conservación, tienen su origen en los estudios efectuados en tortugas terrestres y dulceacuícolas. Mientras que la investigación biológica de estas últimas data desde siglos atrás, los trabajos realizados en tortugas marinas son relativamente recientes.<sup>7</sup> Uno de los primeros es el efectuado en 1933 por F. W. Moorehouse que publicó una sinopsis biológica de la tortuga verde (*Chelonia mydas*)<sup>8</sup>, Los siguientes 27 años hasta finales de la década de los cincuentas la investigación de estos organismos cayó en un letargo, publicándose solamente algunos trabajos esporádicos como el efectuado por J. R. Hendrickson, "La tortuga marina verde, (*Chelonia mydas*)", o el realizado por D. K. Caldwell, "Las tortugas cabezonas de Cabo Romano, (*Caretta caretta*)"<sup>9,10</sup>. Fué hasta 1960 con la publicación del primer trabajo del "padre" de la investigación de tortugas, C. L. Yntena, que se intensificó la investigación sobre aspectos ecológicos y fisiológicos principalmente.<sup>11</sup> Como se examinará más adelante los conocimientos adquiridos a partir de los

estudios en tortugas terrestres, han sido fundamentales en el desarrollo de las técnicas de conservación y en el diseño de los trabajos en tortugas marinas.\*

Uno de los aspectos fisiológicos más discutidos en torno a las tortugas es el relacionado con la determinación sexual. En los reptiles ocurren dos formas básicas de determinación del sexo: la genotípica y la dependiente de la temperatura<sup>12</sup>. La determinación genotípica es conocida en muchas especies de lagartos y serpientes, pero no ha sido demostrada en ningún cocodriliano ni en la mayoría de los géneros de tortugas<sup>13</sup>.

Estudios de laboratorio han demostrado que la temperatura de incubación de los huevos, influye en la determinación sexual en 14 géneros de tortugas, incluyendo 11 géneros terrestres: *Chrysemis*,<sup>14,15</sup> *Emydoidea*,<sup>15</sup> *Emys*,<sup>16-21</sup> *Pseudemys*,<sup>22</sup> *Terapene*,<sup>23,24</sup> *Kinosternon*,<sup>25</sup> *Sternotherus*,<sup>25</sup> *Chelydra*,<sup>26,27</sup> *Macroclemys*,<sup>27</sup> *Graptemys*,<sup>28</sup> y *Gopherus*<sup>29</sup> y tres géneros marinos: *Chelonia*,<sup>30</sup> *Caretta*,<sup>31-33</sup> y *Lepidochelys*<sup>34,35</sup>

Los primeros estudios que se realizaron en los géneros terrestres: *Pseudemys*, *Emys*, *Terapene* y *Gopherus* mostraron que, la incubación a 25° C produjo 100% de machos y la incubación a 31° C produjo 100% de hembras, sugiriendo que las temperaturas pivote, que se definen como las temperaturas en las cuales se obtiene una proporción sexual determinada están en o cerca de las temperaturas utilizadas -- (25° C y 31° C).<sup>22,16-18,23,29</sup> Los datos obtenidos en estos estudios y algunos otros acerca de la fisiología del huevo y la firme sospecha

de que la determinación sexual dependiente de la temperatura se pudiera presentar también en las tortugas marinas, brindaron algunas bases que permitieron implementar y desarrollar las primeras técnicas de conservación biológica para estas tortugas. <sup>36-47</sup>

Sin embargo, varios años después, en los estudios realizados en *Chelydra*, se encontró que la incubación de huevos en dos temperaturas extremas (30° C y 20° C) produjo 100% de hembras, y la incubación a 24°C produjo 100% de machos, lo que sugirió que la relación de la temperatura de incubación con la proporción sexual describía una parábola. <sup>27</sup>

La posibilidad de que existiera un tipo de relación no lineal similar a la de *Chelydra*, y la duda de que se estuviera afectando adversamente la proporción de sexos de las crías y consecuentemente de la población en los programas de conservación, motivó a que en los siguientes años se investigará la presencia de este fenómeno en las tortugas marinas.

Los estudios sobre la relación de la temperatura de incubación con la determinación sexual en las tortugas marinas se apoyaron fundamentalmente en algunos trabajos acerca de las características fisiológicas del huevo, como son: entre otros la difusión del oxígeno a través del cascarón, los factores químicos y físicos que afectan la eclosión, las fuentes de calcio para la oscificación de los embriones, los límites de tolerancia a la humedad y

temperatura y el rango de temperatura de incubación factible para lograr la eclosión.<sup>48-53</sup> Sin embargo, con la finalidad de perfeccionar los diseños experimentales, se presentó la necesidad de efectuar estudios más profundos y específicos como la selección del sitio de anidación por la hembra, la biología termal de las tortugas, estudios endócrinos, duración de la incubación de los huevos, las etapas del desarrollo embrionario, etc.<sup>54-62</sup>

Mientras tanto continuaron algunos estudios sobre la existencia del fenómeno de determinación sexual dependiente de la temperatura en varios géneros terrestres: *Graptemys*, *Macrochelys* y *Emys*<sup>28</sup>,<sup>27,19-21</sup> cuyos resultados coincidieron con los obtenidos en *Pseudemys*, *Emys*, *Terapene* y *Gopherus*.<sup>22,16-18,23,29</sup>

De esta manera, a la luz de los nuevos datos, se inició la investigación de este fenómeno en las tortugas marinas. Para la tortuga marina "cabezona" *Caretta caretta*, se reportó que, los huevos incubados por arriba de 32°C produjeron 100% de hembras, aquellos incubados a temperaturas menores de 28°C redituaron 100% de machos, y los incubados a 30°C produjeron una proporción sexual de 1:1, reconociéndose a estas temperaturas (28°, 30° y 32°C) como las pivotaes para dichas proporciones sexuales.<sup>31-33</sup>

Para *Chelonia mydas* se observó que se obtiene un 87.7% de hembras y 14.3% de intersexos (la diferenciación sexual no es clara) -- cuando los huevos se incuban a 33°C, y 85.7% de machos y 14.3% de --

intersexos incubando a 26°C. La incubación a 30°C o a una temperatura cercana no se llevó a cabo. Se señalan a estas temperaturas (26° y 33°C) como las pivotaes para estas proporciones sexuales en esta especie.<sup>30</sup>

Macoy, Vogt y Censky en 1983 reportan para Lepidochelys olivacea que los huevos incubados a 32°C producen 100% de hembras, los incubados a 28°C dan una relación de sexos de 96.7% de machos por -- 3.3% de hembras, y la incubación a 30°C dá como resultado una proporción sexual cercana al 1:1 y señalan como temperaturas pivotaes -- 32°C y 30°C para estas relaciones. Sin embargo no se define la temperatura pivote para la proporción del 100% de machos.<sup>35</sup> También en 1983 Dimond y Mohanty-Hejmadi realizan estudios con la misma especie, con la diferencia de que someten los huevos a diferentes rangos de temperatura, obteniendo que, los que se incubaron entre 26° y 27°C produjeron 100% de machos, los incubados entre 29° y 30°C al igual que los sometidos a 31° y 32°C dieron como resultado 100% de hembras. Cabe aclarar que los autores no señalan las temperaturas pivote.<sup>34</sup> Como se aprecia en la comparación de estos resultados, existe incertidumbre en cuanto a la determinación de las temperaturas productoras de machos y/o hembras para esta especie; ésto hace sospechar la posible existencia de varias temperaturas pivote para producir una misma proporción sexual.

La definición de temperaturas pivotaes para una especie es fundamental en el proceso de perfeccionamiento y adecuación de los

programas de conservación. Primero, se hace tangible la producción de machos y/o hembras según sea el requerimiento de la población silvestre, elemento que podría servir de gran apoyo en el proceso de restauración de las poblaciones de tortuga marina en México, en donde el 96.7% del volumen total de captura son hembras.<sup>1</sup> Segundo, conduce hacia la afinación de las técnicas de incubación al generar bases científicas sobre las cuales apoyarse para lograr un adecuado diseño y estructuración de las mismas. Las técnicas de incubación para huevos de tortuga marina son fundamentalmente de tres tipos:

- a) Incubación en cajas de polietileno.
- b) Establecimiento de corrales de incubación-protección.
- c) "Sembrado" de huevos en tamaños reducidos de toma.

Debido a que estas técnicas implican la protección de los huevos durante su incubación, se ocasionan diferentes temperaturas que aquellas prevalecientes en condiciones naturales, lo que podría estar afectando la proporción sexual de las poblaciones en formas aún desconocidas. En este contexto, la determinación de las temperaturas pivote podría conducir al conocimiento de las proporciones sexuales que se producen bajo estas técnicas.

Los programas de conservación de la tortuga marina en el estado de Jalisco se inician en 1966 cuando se instala un campamento tortuguero en el Playón de Mismaloya por el entonces Departamento de

Pesca. En 1982, la Universidad de Guadalajara, a través de la Facultad de Ciencias, participa en la estructuración y desarrollo de dichos programas que actualmente abarcan una extensión aproximada de 50km. de costa. En 1985 el "Programa Interinstitucional de conservación de la Tortuga Marina" involucra la participación de varias dependencias federales : La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, de Pesca y de Marina, y de la Universidad de Guadalajara, lo que ha brindado un nuevo empuje al mismo, ya que los esfuerzos que hasta entonces se habían vertido independientemente toman un nuevo rumbo de unión y -- coordinación, marcando la pauta en México en lo que a trabajos de conservación se refiere, por lo que poco a poco se generan las bases para poder lograr y desarrollar un programa de conservación adecuado a las realidades del país, y solo es cuestión de tiempo para que funcione eficazmente.<sup>63</sup>

**OBJETIVO GENERAL**

Definir las temperaturas pivote para las proporciones: 100% de machos, 100% de hembras y 50% de machos y 50% de hembras, de las poblaciones de tortuga marina *Lepidochelys olivacea* que anidan en las playas de Jalisco.

## **HIPOTESIS**

Después de haber analizado los rangos térmicos que se utilizaron en los anteriores estudios sobre el fenómeno de diferenciación sexual dependiente de la temperatura, y con el objeto de esclarecer la diferencia que existe en la definición de las temperaturas productoras de 100% de machos, 100% de hembras, y 50% de machos y 50% de hembras en la especie *lepidochelys olivacea*, era necesario la aplicación de las siguientes temperaturas: 27°C, 30°C y 33°C. Sin embargo, debido a la imposibilidad técnica de mantener constantes tales temperaturas se optó por el uso de rangos de temperatura, suponiendo que al someter por separado grupos de huevos de tortuga marina *Lepidochelys olivacea* a tres rangos de temperatura, 26°C-28°C, 29°C-31°C y 32°C-34°C durante el período de incubación, se producirán : 100% de machos, 50% de machos y 50% de hembras y 100% de hembras, respectivamente.

## MATERIAL Y METODOS

### **Localización del área de trabajo.-**

La fase experimental de este estudio se efectuó en la playa denominada Cuitzmala, situada en la costa sur del estado de Jalisco en el municipio de la Huerta; cuenta con una extensión aproximada de 4 km y se encuentra localizada entre las playas de Teopa y Arroyo Seco, a 50 km al norte de Barra de Navidad, Jal. ; está limitada al norte por la Laguna de Corte cuyas coordenadas son 19°25' LN, 105° - 2' LO y hacia el sur por el estero El Rodeo con coordenadas 19°24' LN, y 105° LO donde desemboca el río Cuitzmala. El poblado más cercano es Emiliano Zapata y se encuentra a 4 km del lugar; es una comu nidad ejidal en la que todavía hace 10 años se explotaba la tortuga marina.

En la playa se instaló un campamento rústico contruyendo una palapa, la cual albergó al material y recursos humanos que participaron en el presente estudio.

El análisis de las muestras se llevó a cabo en los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Guadalajara y en los del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Estación de Mazatlán.

### **Obtención y transporte de los huevos:-**

Se colectaron un total de 6 nidos de tortuga marina *Lepidochelys olivacea*, mismos que representan el total de la población que

anidó en el período previo al inicio del experimento. Para asegurar en lo máximo la similitud entre las tomas, éstas se efectuaron bajo las siguientes condiciones :

- Se realizaron en un plazo de tres días.
- Las colectas fueron nocturnas para evitar la deshidratación de los huevos.
- Para prevenir posibles infecciones se emplearon guantes estériles.
- Sólo se tomaron en cuenta aquellas tomas en las que la membrana vitelina de los huevos no se hubiese adherido a la membrana interior del cascarón.
- El transporte de los huevos se llevó a cabo en bolsas de polietileno nuevas, con un poco de arena del sitio mismo de colecta, procurando que estuvieran en el campamento en un plazo no mayor de una hora.

#### Sembrado de los huevos.-

Para la incubación de los huevos se utilizó la técnica de tamaños reducidos de toma, lo que implica que el nido colectado se divide en 2 o 3 subnidos dependiendo de la magnitud de la oviposición. Los huevos de cada subnido se sembraron en cajas de poliestireno de 40 x 25 x 35 cm, siguiendo el procedimiento que a continuación se explica:

- El fondo de la caja se perforó para procurar un sistema de drenaje, se llenó con arena de la zona de playa denominada "húmeda" hasta una altura de 30 cm y se compactó.

- En este elemento primario se excavó un hoyo - similar a la forma natural de la cámara de -- oviposición (forma de cántaro) con las siguientes dimensiones : 25 cm de profundidad, 15 cm. de diámetro en la parte ancha, 8 cm. de diámetro en la parte angosta y 10 cm de cuello, que dando así constituida una cámara de incubación.
- En dicha cámara se colocaron los huevos del - subnido disponiéndolos según lo señalan las - técnicas de incubación.
- En el centro de la masa de huevos se colocó un termómetro de mercurio con rango de +10° a -- +40°C y con subdivisión de 0.2°C.
- Los huevos se taparon con arena de la zona "húmeda" compactando ésta por leves presiones.

#### Localización y construcción de corrales de incubación-protección

Los manuales de conservación distinguen tres zonas de playa - a lo ancho de ésta : las zonas "A" "B" y "C" , las cuales presentan características térmicas particulares, por lo que la posible localización de corrales de incubación-protección conteniendo nidos o subnidos debieron estudiarse. El emplazamiento de corrales de incubación-protección es una práctica de conservación comunmente utilizada para prevenir el saqueo y destrucción de los huevos por depredadores.

En el presente trabajo se realizaron perfiles térmicos en las tres zonas antes mencionadas y se concluyó lo siguiente:

- La zona "A", situada entre la zona de mareas ' presentó un régimen térmico con grandes variaciones, y por lo tanto, no se ajustaba a los - rangos de temperatura pretendidos en este estu

dio; además presentaba el riesgo de que una marea arrastrara los huevos.

- En la zona "B" o intermedia, se observó un régimen térmico con grandes variaciones y por lo tanto no se ajustaba a los rangos de temperatura pretendidos.
- La zona "C" resultó ser la más adecuada para el emplazamiento de los corrales, ya que las temperaturas que se registraron satisfacían las necesidades térmicas de este estudio.

Se construyeron 3 corrales de incubación-protección, uno por rango de temperatura, siguiendo las recomendaciones descritas en los manuales de conservación, con las siguientes dimensiones : 4 mt de largo, 4 mt de ancho y 1 mt de altura. En cada uno de los corrales se excavaron 5 hoyos con las dimensiones necesarias para introducir en ellos las cámaras de incubación y los espacios generados se rellenaron con arena.

#### Distribución de los subnidos en los corrales.-

En esta investigación se incubaron huevos a tres diferentes rangos de temperatura: 26°-28°C, 29°-31°C y 32°-34°C con la pretensión de definir las temperaturas pivotaes que produjeran: 100% de machos, 50% de machos y 50% de hembras y 100% de hembras respectivamente; si bien técnicamente estos rangos podrían en un momento dado considerarse amplios, deben de tomarse en cuenta varios aspectos. Primero, la incubación a una temperatura única y constante refleja la proporción sexual obtenida en dicha temperatura y no existen in -

dicios de que la misma proporción no pueda ser producida si se aplica un rango de temperatura que incluya a aquella; en el caso del rango de 29°-31°C utilizando en este estudio la temperatura que representa su media es la de 30°C, misma que fué empleada en los trabajos con *Caretta caretta* y *Lepidochelys olivacea*<sup>31-33,35</sup> y que produce una proporción sexual cercana al 1:1, siendo ésta la que se pretende obtener en la presente investigación aplicando dicho rango. Segundo, para el caso de la proporción sexual de 100% de machos, los estudios reportan que en *Caretta caretta* esta proporción se obtuvo incubando los huevos por debajo de 28°C, en *Chelonia mydas* se logró a 26°C y en *Lepidochelys olivacea* a 26°-27°C, por lo que no existe razón alguna para suponer que con la aplicación de un rango de 26°-28°C pueda resultar otra proporción sexual; además se eligió de esta manera ya que, en *Lepidochelys olivacea* se reporta una proporción de 96.71% de machos y 3.3% de hembras incubando los huevos a 28°C. Tercero, para el caso de la proporción sexual de 100% de hembras, en *Caretta caretta* se obtuvo efectuando la incubación por arriba de 32°C en *Chelonia mydas* se produjo a 33°C y en *Lepidochelys olivacea* se reporta a 32°C, por lo tanto, la elección del rango que se utilizó en este estudio (32°-34°C) para producir dicha proporción cuenta con las bases necesarias para su logro.

La nomenclatura que se usa en el presente trabajo obedece al orden en que se fueron colectando los nidos, es decir, la letra "A"

corresponde al primer nido sembrado, la letra "B" al segundo y así sucesivamente hasta llegar al nido "F" que fué el último en sembrarse. La técnica de sembrado que se utilizó implicó la división del nido colectado en dos o tres subnidos dependiendo de su tamaño, por lo que letras iguales corresponden a un mismo nido.

Los tres subnidos en que se dividió el nido "A" fueron distribuidos cada uno en distinto rango de temperatura con la finalidad de comprobar que ésta es un factor determinante en la diferenciación sexual de la especie estudiada. Cada uno de los nidos "B", "C" y "D" se dividieron en tres subnidos y se incubaron a 26°-28°C, 29°-31°C y 32°-34°C respectivamente, y así asegurar que independientemente de que los huevos sean de diferentes individuos, al ser incubados a una misma temperatura producen una proporción sexual similar. El nido "E" fué dividido en dos subnidos que se incubaron a las temperaturas extremas. Y por último el nido "F" (con un sólo subnido) se incubó a la temperatura media. (Ver tabla 1).

A partir de la colecta del nido "A" con un total de 114 huevos; se homogeneizó el tamaño de las siembras a 38 huevos en cada subnido y en los casos en que existieron excedentes se incubaron en condiciones seminaturales.

#### **Control y registro de la temperatura.-**

##### **Rango de 26°-28°C.-**

R A N G O	SUBNIDOS	Nº. DE HUEVOS POR SUBNIDO	Nº. TOTAL DE HUEVOS POR RANGO
26°- 28° (°c)	A, B, B, B, E	38	190
29°- 31° (°c)	A, C, C, C, F	38	190
32°- 34° (°c)	A, D, D, D, E	38	190

TAB. Nº. I

Las temperaturas de este rango se mantuvieron por la exposición constante a la sombra, lo cual fué suficiente para no permitir su variación fuera de los límites establecidos.

Rangos de 29°-31°C y de 32°-34°C.-

Para mantener las temperaturas dentro de éste rango se instaló un techo desmontable hecho con hojas de palmera, lo cual permitió la exposición al sol ó a la sombra según los requerimientos térmicos de los subnidos; además se implementó un sistema de calentamiento para elevar las caídas nocturnas de temperatura constituido por focos de 75 watts con energía suministrada -- por una planta generadora de 3,000 watts de potencia marca Westinghouse.

El registro de las temperaturas de los diferentes subnidos se llevó a cabo cada dos horas durante todo el período de incubación con el objeto de controlarlas dentro de los rangos seleccionados. La elección del intervalo de tiempo entre los registros se basó en la experiencia adquirida con los estudios de perfiles térmicos, donde se observó que la variación de la temperatura podía llegar a ser importante sólo hasta las dos horas. La humedad en los subnidos se mantuvo constante regándolos con agua dulce, siguiendo los señalamientos de las técnicas de incubación.

Determinación del sexo de las crías.-

De cada subnido se muestreo aleatoriamente el 80% de los --

huevos eclosionados. Las crías muestreadas se sacrificaron inyectán  
doles y sumergiéndolas en formol al 10%; una vez etiquetadas se --  
transportaron hacia el laboratorio para su sexado, para lo cual se  
utilizaron las técnicas descritas por A. M. Van Der Heiden, et, al.-  
64 contándose con su asesoría para tal efecto.

**R E S U L T A D O S**

## RANGO 26°-28° C

SUBNIDO	$\bar{x}$	$\alpha$	C. V.	RANGO DE V. AL 99% DE CONFIANZA	%HEMBRAS	%MACHOS	Na CRIAS SEXADAS
A	27.1	0.5463	0.020	27.1 ± 0.17	0.00	100	25
B	27.1	0.5412	0.019	27.1 ± 0.17	0.00	100	25
B	26.8	0.5206	0.019	26.8 ± 0.16	0.00	100	25
B	27.3	0.4914	0.018	27.3 ± 0.155	0.00	100	25
E	27.2	0.4835	0.017	27.2 ± 0.15	0.00	100	25

TAB. No 2

## RANGO 29°- 31° C

SUBNIDO	$\bar{x}$	$\alpha$	C. V.	RANGO DEV. AL 99 % DE CONFIANZA	% HEMBRAS	% MACHOS	No. CRIAS SEXADAS
A	29.8	0.4722	0.015	29.8 ± 0.14	54.16	45.84	24
C	29.9	0.4327	0.014	29.9 ± 0.14	60.00	40.00	25
C	30.1	0.4415	0.014	30.1 ± 0.146	64.00	36.00	25
C	29.9	0.4252	0.014	29.9 ± 0.14	66.66	33.33	24
F	29.9	0.4039	0.013	29.8 ± 0.13	54.16	45.84	24

## RANGO 32°-34° C

SUBNIDO	$\bar{X}$	$\alpha$	C. V.	RANGO DE V. AL 99% DE CONFIANZA	% HEMBRAS	% MACHOS	Na. CRIAS SEXADAS
A	32.8	0.4976	0.015	32.8 ± 0.184	100	0.00	24
D	33.1	0.5088	0.015	33.1 ± 0.187	100	0.00	23
D	32.9	0.5537	0.0168	32.9 ± 0.20	100	0.00	24
D	32.9	0.5202	0.0158	32.9 ± 0.19	100	0.00	24
E	32.8	0.5415	0.0165	32.8 ± 0.20	100	0.00	23

TAB. No. 4.

RESULTADOS TOTALES DE LOS RANGOS.

RANGO	$\bar{x}$	$\sigma$	C. V	RANGO DE V. AL 99% DE CONFIANZA	% HEMBRAS	% MACHOS	No. CRIAS SEXADAS
26°-28° (°C)	27.1	0.5166	0.019	27.1 ± 0.07	0.00	100	125
29°-31° (°C)	29.9	0.4351	0.0145	29.9 ± 0.06	59.83	40.17	122
32°-34° (°C)	32.9	0.5243	0.0159	32.9 ± 0.08	100	0.00	118

TAB. No. 5

RANGO	Nº HUEVOS SEMBRADOS	% HUEVOS INFERTILES	% HUEVOS SIN ECLOSION	Nº HUEVOS ECLOSIONADOS	% ECLOSION	PERIODO DE INCUBACION (días)
26°-28° (°C)	190	6.3	11.6	156	82.1	56-58
29°-31° (°C)	190	5.2	14.8	152	80.0	50-52
32°-34° (°C)	190	7.9	14.2	148	77.89	45-46

TAB. No. 6.

% HEMBRAS VS. TEMPERATURA VS. % MACHOS

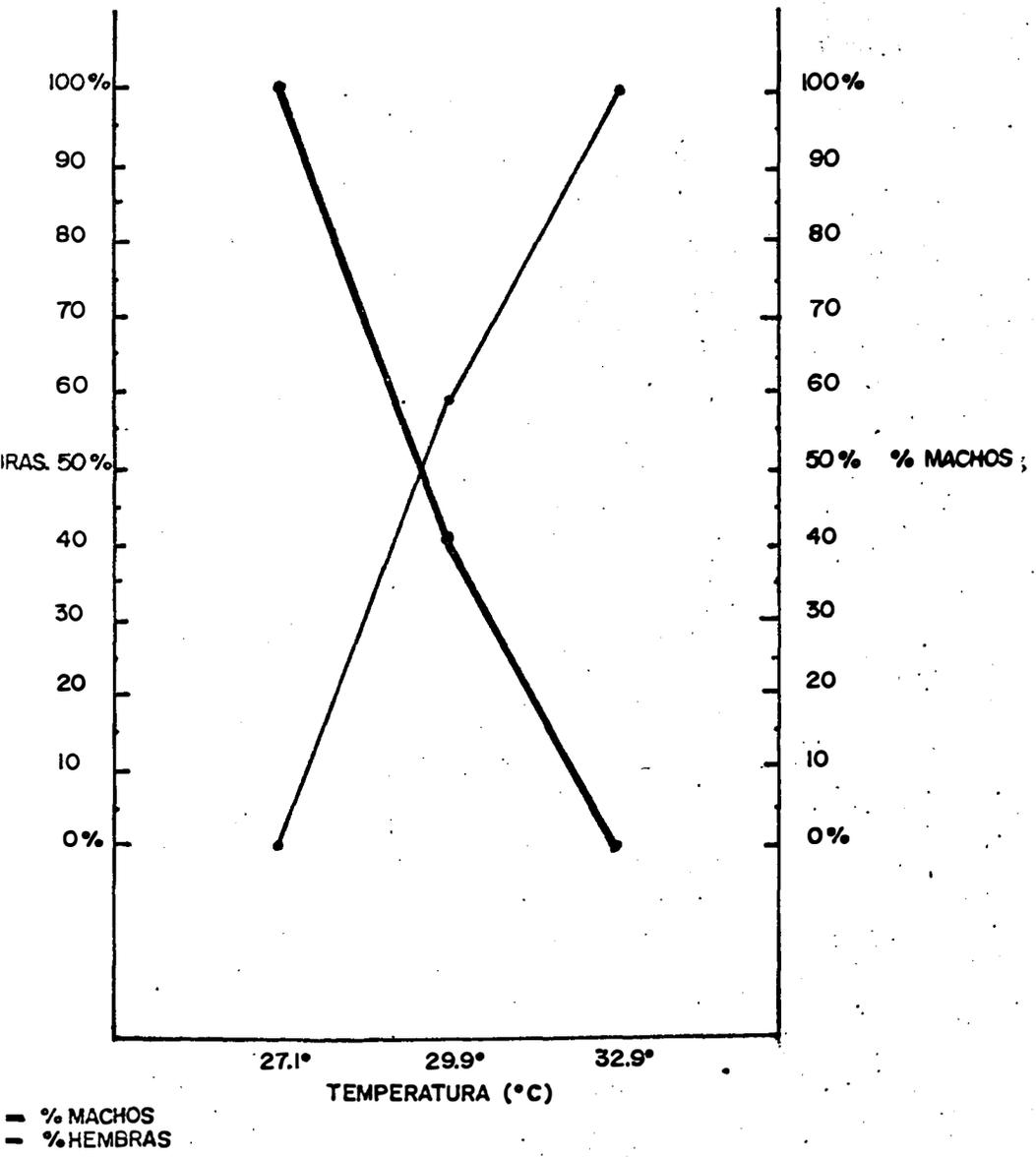
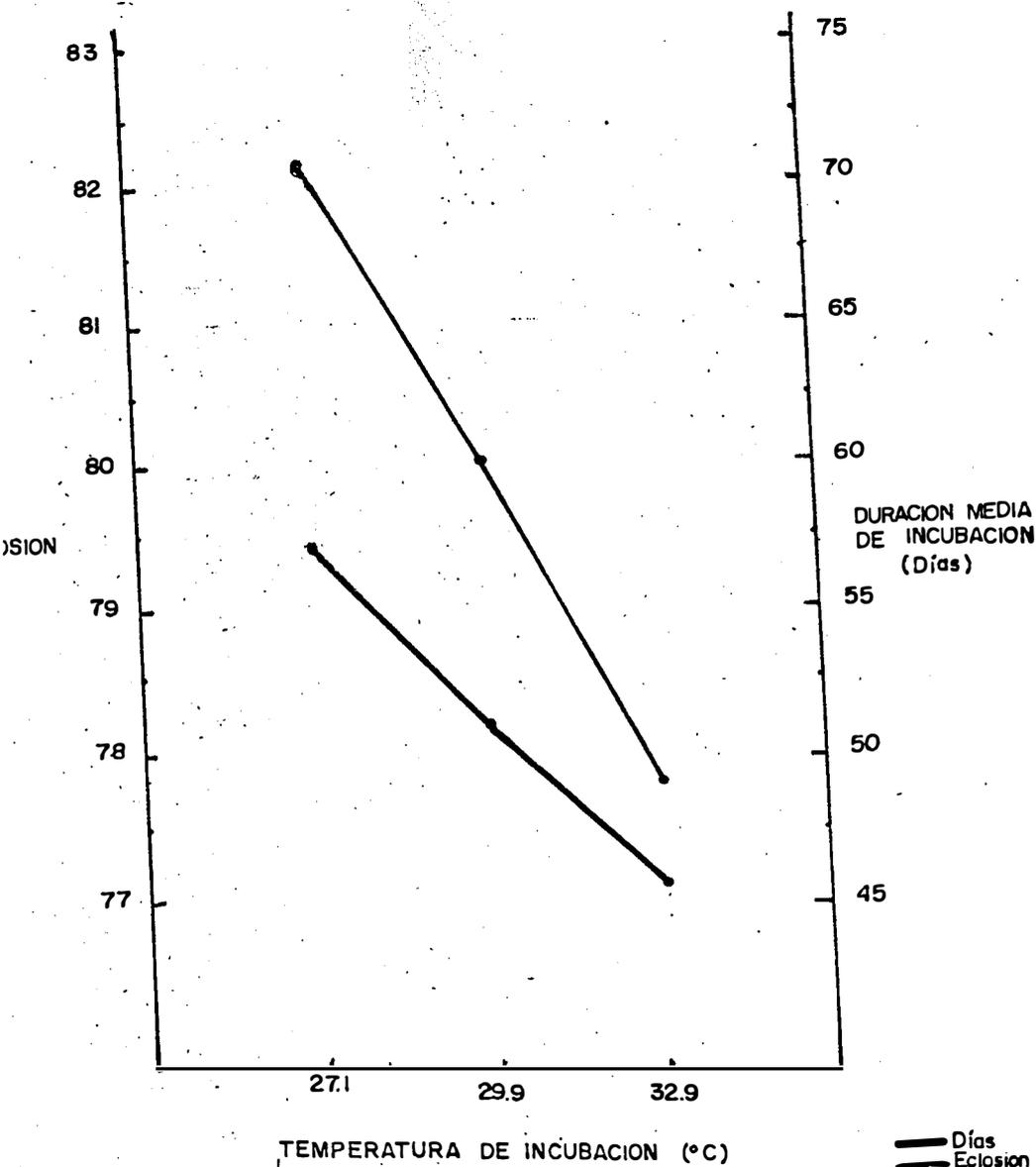


FIG.No 1



% ECLOSION VS. TEMPERATURA VS. PERÍODO DE INCUBACION

FIG. No. 2

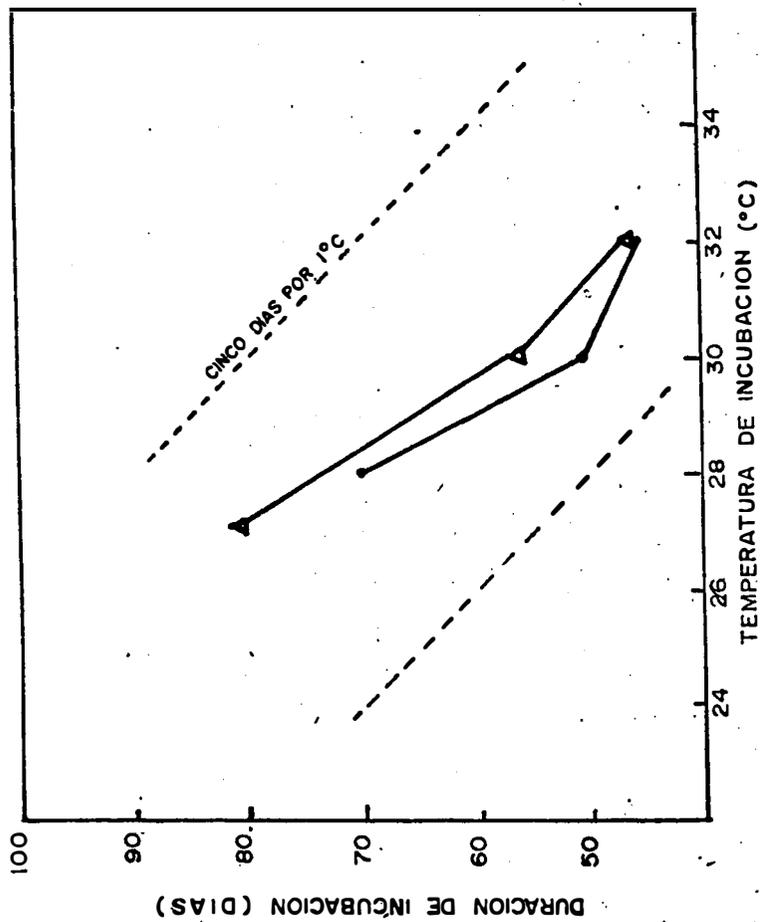


FIG. No. 3

HEMBRAS

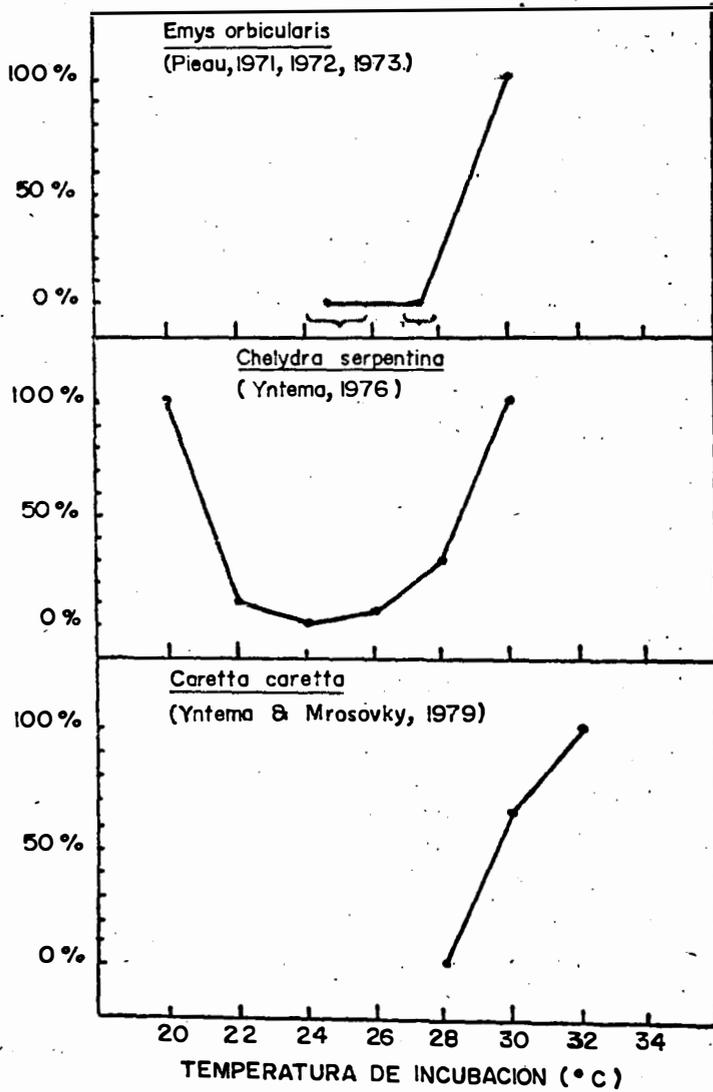


FIG. No. 4

**ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS**

Los datos sobre el comportamiento de las temperaturas en cada uno de los subnidos de los rangos respectivos de temperatura se muestran en las tablas 2, 3 y 4.

El cálculo de las medias es fundamental para obtener la temperatura promedio a la que fué sometido cada subnido, observándose que las medias de los subnidos fueron muy similares tanto a la media teórica de los respectivos rangos como a la media práctica observada (ver tabla 5). Esta media estadística por sí sola no es suficiente para asegurar ó definir las posibles temperaturas pivotaes, por lo que fué necesario hacer otros cálculos estadísticos como la desviación estándar y el coeficiente de variabilidad de cada subnido y los datos indican que el promedio de desviación relativa y absoluta de las temperaturas respecto a la media, ya sea en los subnidos ó en los rangos de temperatura respectivos, es muy bajo, de lo que se puede deducir que el sesgo de las temperaturas respectivas es poco y además que la mayoría de las lecturas estuvieron dentro de éste rango, lo que hace suponer que el control de la temperatura fué adecuado.

Además, a sabiendas de que las temperaturas de los subnidos variaban sobre un rango, se procedió a determinar lo estadística mente en base a las lecturas realizadas durante el experimento, y los datos obtenidos están consignados en las tablas 2, 3 y 4. Esto mismo se llevó a cabo en la tabla 5. Este tratamiento permite pro-

poner con un alto nivel de confianza (99%) que las temperaturas permanecieron en el rango obtenido (ver tablas 2,3,4 y 5) y que por lo tanto pueden ser consideradas como temperaturas pivotaes para las proporciones sexuales resultantes.

Existen varios métodos estadísticos para determinar la relación entre dos variables. En la presente investigación se eligen como métodos para tal efecto la curva de regresión y el coeficiente de correlación.

La curva de regresión es una manera cualitativa de determinar la dependencia entre dos variables e implica encontrar la ecuación de la curva que mejor se adapte a la dispersión de los datos. En el caso de la relación entre la temperatura-proporción sexual existen dos curvas que se ajustan a los datos :

$$y = 17.2 X - 462.15 \quad \text{línea recta}$$

$$y = 100.3 X - 1.4 X^2 - 179.7 \quad \text{parábola}$$

Esto para el caso de la relación entre la proporción de hembras y la temperatura (Fig. 1)

Una forma cuantitativa de expresar la relación entre la temperatura y la proporción sexual es determinando el coeficiente de correlación, que en éste caso resultó ser de  $r = 0.99$ , muy elevado si se considera que la unidad es el máximo grado de correlación que indicaría una relación perfecta y directa.

El coeficiente de correlación calculado ( $r=0.99$ ) considerando

todos los datos, es igual al coeficiente de correlación de tablas con un nivel de seguridad del 95%, lo que expresa que las variables tienen una dependencia casi perfecta y directa, es decir, si la temperatura aumenta entonces el porcentaje de hembras se incrementa. (ver fig. 1)

El hecho de que esta relación no sea perfecta se debe tal vez a que en el rango de temperatura intermedio (29°-31°C) la proporción sexual obtenida no es exactamente 1:1, lo que explica la desviación de los modelos de los datos obtenidos en campo. Con el objeto de conocer la influencia de los datos intermedios (58.93 % hembras y 41.07 % machos) se excluyeron del análisis, y la curva de regresión y el coeficiente de correlación obtenidos fueron :

$$y = 17.26 X - 467.8 , r = 1$$

Con esto se advierte que tomando sólo los datos de los extremos (26°-28°C = 0% hembras, 32°-34°C = 100% hembras) la relación entre las variables es perfecta y directa y el modelo no tiene desviación de los datos de campo; además en la prueba de significancia el coeficiente de correlación de tablas es igual al coeficiente de correlación obtenido a un nivel de significancia del 1%, es decir, el 99% de confianza de que la relación sea perfecta.

Los datos obtenidos de éste análisis estadístico permiten sugerir con un 95% de confianza que las temperaturas pivotes son:

- Para 100% de machos ----- 27.1° ± 0.07°C
- Para 100% de hembras ----- 32.9° ± 0.08°C

- Para 58.93% de hembras y  
41.17% de machos. -----  $29.9^{\circ} \pm 0.06^{\circ}\text{C}$

El hecho de que la incubación de huevos a  $29^{\circ}$ - $31^{\circ}\text{C}$  ( $29.9^{\circ}\text{C}$ ) no haya redituado la proporción sexual esperada (1:1) es un punto que merece especial atención. En estudios realizados en *Caretta caretta*<sup>31-33</sup> y en *Lepidochelys olivacea*<sup>35</sup> en los que se incubaron huevos a  $30^{\circ}\text{C}$  se muestra que la proporción sexual obtenida es de 1:1; sin embargo, al menos en el efectuado en *Lepidochelys olivacea* podría existir la duda de que esta temperatura fuera realmente la pivotal para dicha proporción, debido a que las 100 crías sexadas, en 12 de ellas consideradas como machos no quedó suficientemente clara la diferenciación sexual. Si se considera esto y suponiendo que estas crías pudieran ser hembras, entonces la proporción sexual producida por la incubación a  $30^{\circ}$  sería de 62% de hembras y 38% de machos, muy similar a la obtenida en el presente trabajo. En el caso de *Caretta caretta* los autores sospechan que algunas de terminaciones sexuales no quedaron completamente claras y que existe la posibilidad de errar levemente en las proporciones sexuales reportadas. Con estas bases se puede pensar que la temperatura pivote para la producción sexual de 1:1 podría encontrarse en un rango cercano a los  $30^{\circ}\text{C}$ , y tomando como base el patrón que parece seguir la relación temperatura-sexo, (es decir, a mayor temperatura mayor número de hembras) se sugiere que la temperatura pivote !

para producir 50% machos y 50% hembras, podría encontrarse más bien debajo que por arriba de los 30°C.

Un dato que parece no estar acorde con lo encontrado aquí es el de la producción de 100% de hembras incubando los huevos a 29° - 30°C citado por Dimond y Mohanty-Hejmadi en *Lepidochelys olivacea*<sup>34</sup>, sin embargo, esto no se puede comparar debido principalmente a que en el trabajo referido no se hace un análisis de sus resultados. - Tal vez lo único que pueda mencionarse de acuerdo a esto, es que su estudio se realizó en la India y, como sugiere Bull (1982), las - - temperaturas pivote pueden variar en un rango de pocos grados entre los géneros de una familia, entre las especies de un género y sobre el rango geográfico de una especie.

Los resultados del porcentaje de eclosión en los diferentes rangos de temperatura aparecen en la tabla 6. En primera instancia parece existir una relación inversa entre la temperatura de incubación y los huevos eclosionados- a mayor temperatura menor número -- de huevos eclosionados --; esto pudiera ser cierto si se pierden de vista algunos aspectos importantes: los huevos infértiles y las causas que provocan mortalidad en huevos de tortuga marina. Es bien -- conocido que las tortugas marinas depositan en cada nidada una cantidad aún no determinada de huevos infértiles; el origen de este -- fenómeno no ha sido completamente esclarecido. Sin embargo, estudios sobre fecundidad y fertilidad sugieren que se presenta debido a :

- El tiempo de permanencia del semen del macho en el receptáculo seminal de la hembra, que se ha registrado de — hasta tres meses, provocando que los espermatozoides se debiliten. 6.
- La probabilidad de que algunos óvulos no alcancen a ser fecundados debido a la poca cantidad de espermatozoides o al azar. 1

De cualquier manera no se han podido establecer patrones debido a la gran variación con que se presenta este fenómeno. Bajo estas consideraciones la cantidad de huevos infértiles influye obviamente en el porcentaje de eclosión, por lo que debe tomarse en cuenta si se pretende correlacionar con la temperatura de incubación. Además, estudios sobre la influencia de la temperatura en la infertilidad han demostrado que no existe ningún tipo de relación entre estos dos aspectos. Por lo anteriormente expresado se puede proponer con pocas probabilidades de error que la temperatura no determina el porcentaje de eclosión.

Por otro lado, la posible relación de estos dos aspectos se ve reducida aún más si analizamos los huevos fértiles que no eclosionaron. En cualquier método de incubación en arena (nido natural o seminatural), se presenta un porcentaje de huevos fértiles que no eclosionan. Estudios sobre las posibles causas de mortalidad de embriones demuestran que en estos huevos se suspende el desarrollo embrionario debido a tres causas <sup>6,7 y 8</sup> principalmente, a saber:

- Infección por larvas de dípteros (fam. Sarcophagidae)

- Ataque de bacterias (no identificadas)
- Ataque de hongos (no identificados)

El cómo se originan estas infecciones no ha sido dilucidado.-

En el presente estudio los huevos fértiles que no eclosionaron se encontraban infectados por cualquiera de las tres causas señaladas. El elevado índice de huevos fértiles no eclosionados que se observa en el rango de 32°-34°C se explica recordando el mecanismo de control de temperatura en este corral, que consistía de calentamiento nocturno por luz artificial, la cual atraía moscas a los subnidos que probablemente los infectaron, explicación que está acorde con el elevado conteo de pupas de mosca que se hizo en los subnidos de este corral.

Los resultados de la duración del período de incubación en cada uno de los rangos de temperatura son presentados en la tabla 6. Estos datos sugieren que las dos variables están fuertemente relacionadas de manera inversa, es decir, a mayor temperatura menor tiempo de incubación y viceversa. Esta conducta está acorde con lo sugerido por Miller y Limpus (1981) para varias tortugas estudiadas.

<sup>30</sup> El patrón que parece seguir esta relación puede interpretarse en los siguientes términos: Una caída o elevación de 1°C en la temperatura de incubación se refleja en un alargamiento o acortamiento respectivamente de dos días en la duración del período de incubación (ver fig. 2). Este primer patrón específico para *Lepidochelys oliva-*

cea es susceptible de ser perfeccionado a la luz de nuevos datos, - sin embargo puede constituir una simple regla de trabajo factible ' de ser aplicada en el campo, ya que a través de ella podría resol - verse uno de los grandes problemas a que se enfrentan las técnicas' biológicas de conservación de la tortuga marina: El conocimiento — de la probable proporción sexual que se produce por las diferentes' técnicas de incubación.

El patrón que se ha venido usando para resolver tal situa -- ción, fué ideado por Yntema y Mrosovsky (1980), quienes señalan -- que la conducta de la curva que relaciona la temperatura de incuba -- ción con la duración de la misma ocurre de la siguiente manera: Una caída o elevación de 1°C de la temperatura equivale a 5 días de -- acortamiento o alargamiento del período de incubación (Fig.3)<sup>61</sup>. ' Sin embargo, este molde fué estructurado considerando sólo los estu -- dios efectuados en dos especies de tortugas marinas: *Caretta care -- tta* y *Chelonia mydas*, para las cuales el modelo se ajusta aceptable -- mente según algunos estudios donde se ha aplicado, y coincidente -- mente, en el género *Lepidochelys* no se ha adecuado,<sup>32,33</sup> como lo -- demuestran algunas investigaciones al respecto.

La incubación en cajas de polietileno es una técnica comun -- mente usada en algunas zonas de México, Suriman, El Caribe y Esta -- dos Unidos de Norteamérica. Generalmente la incubación de huevos -- por esta técnica influye en la duración de la incubación alargándola,

supuestamente a causa de la presencia de temperaturas bajas (Schulz, 1975; Marquez, 1978). Estos dos ejemplos pueden ser citados cuantitativamente en términos de temperatura si aplicamos la regla anteriormente citada. En el primer caso se sembraron huevos de *Lepidochelys olivacea* por dos técnicas de incubación diferentes: cajas de poliestireno y nidos seminaturales, observándose que la duración de la incubación se alargó de 2 a 5 días en las cajas; aplicando la regla se obtiene que las temperaturas de las cajas eran de 1° a 2.5°C más bajas que aquellas que pudieran haberse encontrado en los nidos seminaturales, sin embargo los datos referentes a la duración de la incubación en estos nidos pudieron haber sido subestimados ya que el tiempo de incubación incluyó el tiempo en que se emergen las crías, por lo que la eclosión pudo haberse dado en menos tiempo que el registrado, factor que no se considera en las cajas de poliestireno debido a que los huevos están cubiertos solamente por una fina capa de arena. Para poder cuantificar la influencia de una caída de 2.5°C de la temperatura de incubación sobre la proporción sexual, es necesario tener un modelo base que muestre el comportamiento de la relación temperatura-sexo en esta especie de tortuga marina; considerando como modelo el del presente estudio (fig. 1) y suponiendo que la curva que relaciona temperatura-sexo para la población de Suriman es similar a la reportada en este trabajo (Jalisco), entonces una caída de 2.5°C puede estar afectando considerablemente la

proporción sexual de la población, ya que se producirán casi el 100% de machos si consideramos que una temperatura cercana a los 30°C refleja idealmente la proporción sexual de la población silvestre.

El segundo ejemplo de incubación en casas de poliestireno -- concierne a la tortuga Lora del Atlántico *Lepidochelys kempí*, una de las especies amenazadas de extinción; los intentos por tratar de incrementar sus poblaciones en México han incluido la incubación de huevos por este método. Márquez (1978) reporta que la incubación tomó 5 días más en las cajas que en la arena, usando la regla para la conversión del tiempo a temperatura, las cajas podrían haber estado 2.5°C más bajas que las temperaturas en la arena.

Este cálculo coincide con la sugerencia hecha por Márquez de que las cajas habían estado de 2° a 3°C más bajas. Para este caso, algo similar a lo ocurrido en *Lepidochelys olivacea* puede presentarse si la curva que relaciona la temperatura con la proporción sexual en *Lepidochelys kempí* es similar a la de su prima, la tortuga golfina. (fig. 1)

En ambos casos no he asegurado que hayan existido cambios en la proporción sexual, pero es una posibilidad que debe ser seriamente considerada; la cautela en esta discusión es debido a que las -- temperaturas en las cajas varían sobre un rango más amplio que en -- los nidos seminaturales o naturales, tal vez los períodos a altas -- temperaturas pueden evitar los efectos masculinizantes de las tempe-

raturas generalmente más bajas, esta cuestión debe ser trabajada en laboratorios ya que en el campo no se pueden controlar las fluctuaciones de temperatura.

Una práctica de conservación ampliamente utilizada en México, incluyendo Jalisco, es el establecimiento de corrales de incubación-protección, lo que implica la elección de un lugar para su construcción y el "resembrado" de los huevos en nidos seminaturales dentro de dicho corral. Es bien conocido que las tortugas marinas anidan en sitios diferentes de la playa ya sea en la Zona A, B o C cada una con características termales particulares; el mecanismo para la selección del sitio de anidamiento es poco conocido pero se sospecha que intervienen factores como la humedad, consistencia y temperatura de la arena. Mientras que este mecanismo no sea comprendido mejor y se haya obtenido información acerca de las proporciones sexuales de crías en poblaciones naturales de tortuga marina, es difícil designar la localización del corral de incubación-protección, y aún más en playas donde las tortugas marinas anidan en varios lugares afectando así la duración de la incubación, por lo que este factor debe considerarse como el principal cuando se exige un área para el establecimiento de un corral, que puede presentar características térmicas relativamente uniformes, lo que podría afectar las proporciones sexuales de la población. Tal vez lo adecuado mientras que nueva información se recaba, sería realizar un perfil térmico de la

**CONCLUSIONES**

- La hipótesis planteada se comprueba en cuanto al 100% de machos y 100% de hembras se refiere; no se obtuvo la relación 1:1 esperada en el rango intermedio.
- Se tiene un 95% de confianza que las temperaturas pivote para 100% de machos y 100% de hembras están en  $27.1^{\circ} \pm 0.07^{\circ}\text{C}$  y  $32.9^{\circ} \pm 0.08^{\circ}\text{C}$  respectivamente.
- En *Lepidochelys olivacea* existe una relación directa entre la temperatura y el porcentaje de hembras que produce dicha temperatura, por lo menos entre  $27^{\circ}$  y  $34^{\circ}\text{C}$ .
- En *Lepidochelys olivacea* existe una relación inversa entre la temperatura y el porcentaje de machos que produce dicha temperatura, por lo menos entre  $27^{\circ}$  y  $34^{\circ}\text{C}$ .
- El porcentaje de eclosión no tiene relación con la temperatura de incubación debido a la cantidad no definida de huevos infértiles que deposita cada hembra.
- Se comprobó lo sugerido por otros autores en relación a que el período de incubación esta inversamente relacionado a la temperatura de incubación del nido.
- Las prácticas actuales de conservación pueden estar modificando las proporciones sexuales en las poblaciones naturales de tortuga marina debido a los cambios de temperatura a que son sometidos los nidos, en las técnicas de incubación.

**BIBLIOGRAFIA**

1. BENABID, N. y CRUZ WILSON, E. (1981). "Las tortugas marinas en México". *Naturaleza*, 3: 157-166.
2. BUSTARD, H.R. (1972). "Sea Turtles. Natural history and conservation". Collins, 220 pp.
3. REVEL, P. (1974). "Sea Turtles". University of Miami Press, Florida.
4. BUSTARD, R. (1972). "Sea Turtles". Collins, London.
5. MARQUEZ, R. (1976). "Reservas naturales para la conservación de las tortugas marinas". Instituto Nacional de la Pesca, México.
6. PRITCHARD, P. (1983). "Manual sobre técnicas de investigación y conservación de las tortugas marinas". Simposio sobre tortugas del Atlántico Occidental. IOCARIBE. San José, Costa Rica, 97 pp.
7. MORREALE, S.J., et al. (1982). "Temperature-dependent sex determination: current practices threaten conservation of sea turtles". *Science*, 216: 1245-1247.
8. MOOREHOUSE, F.W. (1933). "Notes on the Green turtle, *Chelonia mydas*". Repts. Great Barrier Reef. Comm., 4 (1): 1-22.
9. HENDRICKSON, J.R. (1958). "The Green sea turtle, *Chelonia mydas* (Linn.), in Malaya and Sarawak". *Proc. Zool. Soc. London*, 130: 455-535.
10. CALDWELL, D.K. (1959). "The Loggerhead turtles of Cape Romain, South Carolina". *Bull. Florida State Mus.*, 4: 317-348.

11. YNTEMA, C.L. (1960). "Effects of various temperatures on the embryonic development of *Chelydra serpentina*". *Anat. Rec.*, 136: 305-306.
12. BULL, J.J. (1980). "Sex determination in reptiles". *Quart. Rev. Biol.*, 55: 3-21.
13. VOGT, R.C. and J.J. BULL (1982). "Temperature controlled sex determination in turtles: Ecological and Behavioral aspects". *Herpetológica*, 38 (1): 156-164.
14. BULL, J.J. (1982) "Temperature-sensitive periods of sex determination in emydid turtles". *J. Exp. Zool.* 218: 435-440.
15. BULL, J.J., R.C. VOGT, and M.G. BULMER (1982). "Heritability of sex ratio in turtles with enviromental sex determination". *Evolution*. 36 (2): 333-341.
16. PIEAU, C. (1971). "Sur la proportion sexuelle chez les embryons deux cheloniens (*Testudo graeca* L. et *Emys orbicularis* L.) issus d'oeufs incubés artificiellement". *C.r. Acad Sci.Paris*, 272: 3071-3074.
17. PIEAU, C. (1972). "Effets de la temperature sur le développement des glandes genitales chez les embryons de deux cheloniens, *Emys orbicularis* L. et *Testudo graeca* L.". *C.R. Acad Sci.Ser.*, D 274: 719-722.
18. ----- (1973). "Nouvelles donnees experimentales concernant les effets de la temperature sur la differenciation sexuelle chez les embryons de Chéloniens". *C.R.Acad Sci. Paris*. 277: 2789-2792.

19. ----- (1975). "Temperature and sex differentiation of two chelonians, *Emys orbicularis* L. and *Testudo graeca* L., in: - Intersexuality in animal kingdom". C.R. (Ed) Springer-Verlag Berlin: 332-339.
20. ----- (1976). "Donnees recentes sur la differentiation - sexuelle en fonction de la temperature chez les embryons d' - *Emys orbicularis* L. (Chelonien)". Bull. Soc. Zool. France - 101 suppl., 4: 46-53.
21. ----- (1978). "Effets de temperatures d'incubation basses et elevees sur la differenciation sexuelle chez les embryons d'*Emys orbicularis* L. (Chelonoen)". C.R. Acad. Sci.Ser., D - 286: 121-124.
22. CAGLE, F.R. (1964). "Activity and winter changes of hatchling *Pseudemys*". Copeia 1964: 105-109
23. ----- (1962). "A Louisiana terrapin population (**Malacle - mys**)". Copeia: 1962: 74-76
24. VOGT, R.C., et al. (1982). "Incubation temperature influences sex determination in Kinosternid turtles". Copeia 1982:480- - 482.
25. HILDEBRAND, S.F. (1969). "Review of experiments on artificial culture of diamond-back terrapin" Bull., U.S. Fish., 45:25-70.
26. YNTEMA, C.L. (1976). "Effects of incubation temperatures on - sexual differentiation in the turtle, *Chelydra serpentina*". - J. Morph., 150: 453-462.

27. -----(1979). "Temperature levels and periods of sex - differentiation during incubation of eggs of *Chelydra ser - pentina* and *Macroclemys*". J. Morph. 159: 17-28.
28. VOGT, R.C. (1978). "Systematics and ecology of the false map turtle complex *Graptemys pseudogeographica*". Ph.D. Disser - tiation Univ. Wisconsin-Madison.
29. HARTWEG, N. (1966). "Confirmation of overwintering in painted turtle hatchling". Copeia 1966: 255.
30. MILLER, J.D. and C.J. LIMPUS (1981). "Incubation period and - sexual differentiation in the Green turtle *Chelonia mydas* L." Proc.Melbourne Herpetol. Soc., pp. 66-73.
31. YNTEMA, C.L. and N. MROSOVSKY (1979). "Incubation temperature and sex ratios in hatchling loggerhead turtles: a preliminary report". Marine Turtle Newslwtter, 11: 9-10
32. YNTEMA, C.L. and N. MROSOVSKY (1980). "Sexual differentiation in hatchling Loggerhead *Caretta caretta* incubation at diffe - rent controlled temperatures". Herpetologica, 36 (1):33-36.
33. YNTEMA,C.L. and N. MROSOVSKY (1982). "Critical periods and - pivotal temperatures for sexual differentiation in Loggerhead sea turtles". Canadian Journal of Zoology, 60 (5): 1012-1016.
34. DIMOND, M.T. and P. MOHANTY-MEJMADI (1983). "Incubation tem - perature and sex differentiation in a sea turtle, *Lepidochelys olivacea*". Journal of Herpetology, 17 (4): 404-406.
35. MCCOY,C.J., R.C. VOGT and E.J. CENSKY (1983). "Temperature - controlled sex determination in the sea turtle *Lepidochelys - olivacea*". American Zoology, 23 (4): 1017

36. BALASINGAM. E. (1965). "The giant leathery turtle conservation programme- 1964". Malay. Nat. J.,19: 145-146.
37. -----(1966). "The ecology and conservation of marine turtles in Malaya with particular reference to *Dermochelys coriacea*". Proc. Pacific Sci. Congr., Tokyo, 11 th.
38. CHAVEZ,R.H. y G.M. CONTRERAS (1967). "Aspectos biológicos y - protección de la tortuga lora, *Lepidochelys kempi* en la costa' de Tamaulipas, México". Inst. Nacl. Inv. Biol.Pesq.,Nueva Epoca, 17: 1-40.
39. MARQUEZ,M.R. (1966). "La cría artificial de la tortuga blanca' *Chelonia mydas mydas* en Tortuguero, Costa Rica". Inst.Nacl.Inv. Biol. Pesq.,Nueva Epoca, 13: 1-27.
40. ----- (y A.VILLANUEVA (1973). "Instructivo para la protección de las tortugas marinas". S.I.C., I.N.P., 2: 1-33.
41. -----y P.M. SANCHEZ (1976). "Notas sobre el cultivo artificial de huevo de vientre de tortuga marina". I.N.P., Programa de conservación de la tortuga marina.
- 42.. ----- y C. PEÑAFLORES (1976). "Progresos en la investigación de las tortugas marinas en México". I.N.P., Programa de conservación de la tortuga marina.
43. ----- (1978). "The Atlantic Ridley in México: 1978 season and conservation programme". Marine Turtle Newsletter, 9:2.
44. SCHULZ, J.P. (1975). "Sea turtle nesting in Surinam". Nederl - Comm. voor Inter. Natur.Med., 23: 1-43.

45. SIMON, M.H. (1975). "The Green sea turtle *Chelonia mydas*: - collection, incubation and hatching of eggs from natural - rookeries". J. Zool. Lond., 176: 39-48.
46. DIAMOND, A.W. (1976). "Breeding biology and conservation of - hawk bill turtles, *Eretmochelys imbricata* L., en Cousin Is - land, Seychelles". Biol. Conserv., 9: 199-215.
47. OWENS, D.W. and J.R. HENDRICKSON (1978). "Endocrine studies - and sex ratios of the Green sea turtle, *Chelonia mydas*". Flo - rida Mar. Res. Pub. 33.
48. ACKERMAN, R. (1972). "Oxygen diffusion across a sea turtle - *Chelonia mydas*, eggs shell". Comp.Biochem,Physiol.,43 A:905.
49. BUSTARD,H.R. (1968). "Physical and chemical factors affecting hatching in the Green sea turtle, *Chelonia mydas* L.". Ecology 49 (2): 269-276.
50. SIMKISS,K. (1962). "The sources of calcium for the ossifica - tion of the embryos of the giant leathery turtle". Comp. -- Biochem. Physiol., 7: 71-79.
51. BUSTARD, H.R. (1971). "Temperature and water tolerance of in - cubating sea turtle eggs". Brit. J. Herp., 4: 196-198.
52. DIMOND, M.T. (1965). "Hatching time of turtle eggs". Nature - Lond., 208: 401-402.
53. RAJ,U. (1976) "Incubation and hatching success in artificially incubated eggs of the hawksbill turtle,*Eretmochelys imbricata* J.Exp. Mar.Biol.Ecol.,22: 91-99.

54. WEATHERS, W.W. and F.N. WHITE (1971). "Physiological thermoregulation in turtles". *Am. J. Physiol.*, 221: 704-710.
55. BRATTSTROM, B.H. (1972). "Thermoregulation in turtles". *Int.-Turtle and Tortoise Soc. J.*, 6: 15-19.
56. EWERT, M.A. (1979). "The embryo and its egg: Development and - natural history". In. M. Harless and H. Morlock (Eds). *Turtles Perspectives and research*, pp. 333-413.
57. SAPSFORD, C.W. (1978). "Body temperature of the Loggerhead -- sea turtle *Caretta caretta* and the leatherback sea turtle -- *Dermochelys coriacea* during nesting". *Zool. Africana*, 13: 63 - 69.
58. SPOTILE, J.R. et al (1979). "Body temperatures of Green turtles: Free swimming and active on hand at Tortuguero, Costa Rica". *Am. Zool.* 19: 982.
59. MROSOVSKY, N. (1980). "Thermal biology of sea turtles". *Amer - Zool.*, 20: 531-547.
60. EWERT. M.A. and J.M. LEGLER (1978) "Hormonal induction of oviposition in sea turtles". *Herpetologica*, 34: 314-318.
61. GIBBONS, J.W. (1978). "The evolutionary significance of delayed emergence from the nest by hatchling turtles". *Evolution* 32: 297-303.
62. MROSOVSKY, N. and C.L. YNTEMA (1980). "Temperature dependence - of sexual differentiation in sea turtles: Implications for - - conservation practices". *Biol. Conserv.* 18: 271-280.

63. SILVA, F.A.B. (1985). "Participación de la Universidad de Guadalajara en los programas de conservación de la tortuga marina, 1982-1985". *Tiempos de Ciencia*, Universidad de Guadalajara, 2: 14-16.
64. VAN DER HEIDEN, A.M., D.R. BRISEÑO and O.D. RIOS (1985). "Description of a labor and coast saving method for the determination of sex in hatchling of sea turtles". Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, U.N.A.M.



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
Facultad de Ciencias

Expediente .....

Número 211/86 .....

Sr. Francisco de Asis Silva Bátiz  
P r e s e n t e . -

Manifiesto a usted que con esta fecha ha sido aprobado el tema de Tesis "Temperaturas pivotes para la diferenciación sexual en la tortuga marina Lepidochelys olivacea y sus implicaciones sobre las prácticas de conservación, para obtener la Licenciatura en Biología con Orientación Recursos Naturales.

Al mismo tiempo informo a usted que ha sido -- aceptado como Director de dicha Tesis al Biólogo Eduardo - Avalos Guzmán.



FACULTAD DE CIENCIAS

A T E N T A M E N T E  
"PIENSA Y TRABAJA"  
Guadalajara, Jal., Marzo 18 de 1986.

El Director

  
Ing. Edmundo Porcés Adame.

El Secretario

Arq. Mario Patricio Castillo Paredes.

c.c.p. El Biol. Eduardo Avalos Guzmán, Director de Tesis. -Pte.  
c.c.p. El expediente del alumno.

'mjsd

BOULEVARD A TLAQUEPAQUE Y CORREGIDORA, S. E.,  
GUADALAJARA, JAL.

TELEFONOS 17-68-29 Y 17-09-71

Guadalajara, Jal., 14 de Abril de 1986

C. ING. EDMUNDO PONCE ADAME  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS  
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
P r e s e n t e

Me permito manifestar a usted que una vez -  
revisada la tesis "Temperaturas pivote para la diferenciación -  
sexual en la tortuga marina Lepidochelys olivacea y sus implica-  
ciones en las prácticas de conservación". presentada por el C.-  
FRANCISCO DE ASIS SILVA BATIZ y haber realizado las observaciones  
pertinentes, considero que se puede imprimir y solicito a usted-  
atentamente se realicen los trámites para el Exámen respectivo.

Sin otro particular aprovecho la ocasión para  
reiterarle mi distinguida consideración.

~~ATENTAMENTE~~

~~BIOL. EDUARDO AYALOS GUZMAN~~  
~~DIRECTOR DE TESIS.~~