

94  
Rej.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

**CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO HISTOLOGICO  
DEL APARATO UROGENITAL DEL MANATI,  
Trichechus manatus manatus (Linnaeus 1758),  
EN EL ESTADO DE TABASCO, (SIRENIA:  
TRICHECHIDAE).**

**BIOLOGO**

TESIS PROFESIONAL  
LISA DANIELLE JOHNSON MUJICA  
MEXICO, D. F. 1988



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## RESUMEN

Se realizó un estudio anatómico-histológico del Aparato Urogenital, glándula adrenal y timo, de una cría macho de manatí, de la subespecie *Trichechus manatus manatus*, perteneciente a la localidad ribereña de Balmoc del estado de Tabasco, México.

Los objetivos del presente trabajo consistieron en contribuir con aspectos biológicos de la especie mexicana de manatí, y comparar con las otras especies de sirenios, con los Ordenes de mamíferos acuáticos Cetacea y Pinnipedia; así como con los Ordenes de Proboscidea e Hiracoidea; mamíferos terrestres pertenecientes a la misma línea evolutiva.

El proceso de deshidratación histológica se efectuó con dos diferentes tiempos para todos los tejidos. Posteriormente se aplicaron las técnicas de tinción de Hematoxilina-Eosina y la Tricrómica de Masson.

Los riñones, la vejiga urinaria, glándula adrenal y pene, presentaron características particulares en su anatomía externa e histológica, como son las siguientes: 1) el hilio renal presentó una posición ventral; una pseudobululación superficial, a la cual se le consideró como una característica individual y no específica; una lobulación interna con 6 cuerpos medulares separados por la sustancia cortical con indicios de mesénquima indiferenciado. Los rayos de las pirámides medulares se prolongaban de tal manera hacia las pirámides contiguas, dando la apariencia de una estructura integrada o continua. 2) La vejiga urinaria carecía de una capa muscular longitudinal interna, posiblemente compensada por la amplitud de la capa muscular circular interna. 3) La glándula adrenal tuvo una clara triestratificación, siendo la zona fascicular la más amplia de las tres zonas. La presencia de una estructura perimedular en esta glándula y el arreglo celular de la médula, son semejantes a las encontradas en algunos ejemplares de pinípedos. 4) El pene de esta cría presentó un prepucio que cubría a un glande sin corona ni cervix. El cordón muscular dorsal, considerado el correspondiente a un báculo, corría desde la base hasta el ápice del pene. La disposición de las estructuras internas del cuerpo del pene se asemejan a las descripciones realizadas para dugongos. El resto de los órganos y conductos estudiados, cumplieron con el patrón general conocido para la mayoría de los mamíferos; además de aportar información concerniente al estado de desarrollo en el que se encontró a este organismo. Se pudo confirmar que este organismo era efectivamente una cría, corroborado por el

aspecto histológico de diversos órganos como fueron el riñón, la glándula adrenal, testículo, epididimo, conductos deferentes y la glándula del timo.

Se concluyó que este organismo presentó características particulares no descritas en las otras dos especies de manatí, dada la escasa información histológica de sirenios en general; ya que se debe recurrir a las estrategias oportunistas para aprovechar a los organismos muertos por accidente o muerte natural para realizar estos estudios.

Finalmente, se considera importante mencionar la necesidad de continuar con trabajos integrativos sobre la biología y ecología de la especie mexicana de manatí, ya que a través de estas investigaciones, se podrá entonces establecer una estrategia adecuada de conservación para esta especie vulnerable, así como la preservación de su ambiente.

## ABSTRACT

This work concerns an anatomical and histological description of the urogenital organs, adrenal and thymus glands of a male calf of manatee, of the subspecies *Trichechus manatus manatus* from the riverine locality named Balmoc in the State of Tabasco, Mexico.

The objectives of this work were to contribute with biological aspects of the Mexican manatee species, comparing with the other two species of manatee, with the genus *Dugong*, the Cetacea and Pinnipedia Orders; as well as with other terrestrial mammals of the Proboscidea and Hyracoidea Orders pertaining to the same evolutionary path.

The dehydrating of tissues was carried out with two different time schedules and subsequently an Hematoxyline-Eosine and a Masson Trichromic technique were used for staining these tissues.

The kidney, urinary bladder, adrenal gland and penis showed particular characteristics in their anatomy, as well as in their histological aspects as: 1) the hilus in the kidney had a ventral position; the superficial pseudolobulation was considered as an individual, and not a specific characteristic; the internal lobulation of the kidney showed six individual medullary pyramids separated by the extensive cortical substance, with signs of immature mesenchyma; the lateral rays of each medullary body stretched out in a manner which resembled a continuous structure of integrated rays. 2) The urinary bladder was lacking the inner longitudinal muscle layer, probably compensated by the wide inner circular muscle layer. 3) The adrenal gland showed a clear tristratification, where the fascicular zone was the most extensive of the three. The presence of a perimedullar structure in this gland, as well as the cellular disposition in the medulla, are similar to those mentioned in some pinnipeds. 4) The penis in this manatee had a prepuce which covered a glans without a crown or cervix. The dorsal muscle cord, mentioned as being similar to a baculum, ran from the base up to the apex of the penis. The disposition of the penis' inner structures were more similar to those mentioned in the *Dugong*. The remaining organs and ducts fulfilled the known descriptions for mammals in general. They also contribute with information about this organism's state of development.

It was concluded then, that this manatee showed particular characteristics not mentioned in the other species of manatee, probably due to the scarce histological information of sirenians in general, because opportunistic strategies must be followed in order to carry out these studies. This individual was actually a calf, proven by the histological characteristics of several organs as the kidney, the adrenal gland, testicles, epididimus, deferent ducts, and the thymus.

As a final comment, it is important to mention the need to continue research on the biological and ecological aspects of the mexican manatee species, in order to establish an adequate strategie of conservation for this vulnerable species, as well as its habitat.

## INDICE

1.0. Introducción y Objetivo.....	1
2.0. Distribución de la Especie <i>T. manatus</i> .....	2
2.1. Distribución de la Especie en Mexico.....	3
3.0. Area de Estudio.....	4
4.0. Características generales del género <i>Trichechus</i> .....	5
5.0. Características generales del Aparato Urogenital en Mamíferos.....	6
5.1. Aparato Urinario.....	6
5.2. Aparato Genital.....	10
6.0. Glándula Adrenal y Timo.....	14
6.1. Glándula Adrenal.....	14
6.2. Timo.....	14
7.0. Antecedentes.....	15
8.0. Metodología.....	17
8.1. Material.....	17
8.2. Método.....	17
8.2.1. Disección.....	18
8.2.2. Fijación de Tejidos.....	18
8.2.3. Procedimientos Histológicos.....	19
8.2.4. Rutinas Histológicas.....	19
8.2.4.a. Rutina No. 1.....	19
8.2.4.b. Rutina No. 2.....	19

8.2.5. Tinciones.....	20
8.2.5.a. Hematoxilina-Eosina.....	20
8.2.5.b. Tricrómica de Masson.....	20
9.0. Resultados.....	21
9.1. Riñón.....	22
9.2. Uréter.....	30
9.3. Vejiga Urinaria.....	30
9.4. Glándula Adrenal.....	31
9.5. Testículo.....	32
9.6. Epididimo.....	33
9.7. Conducto Deferente.....	34
9.8. Pene.....	34
9.9. Timo.....	37
10.0. Discusión.....	39
10.1. Técnicas Histológicas.....	39
10.2. Comparaciones Anatómo-Histológicas.....	39
10.3. Riñón.....	39
10.4. Ureter.....	44
10.5. Vejiga Urinaria.....	44
10.6. Uretra.....	44
10.7. Glándula Adrenal.....	45
10.8. Testículo, Epididimo y Conducto Deferente.....	46
10.9. Pene.....	47
10.10. Timo.....	49
Conclusiones.....	50
Agradecimientos.....	54
Referencias.....	56



CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO HISTOLOGICO DEL APARATO UROGENITAL DEL MANATI, *Trichechus manatus manatus* (Linnaeus 1758), EN EL ESTADO DE TABASCO, (SIRENIA: TRICHECHIDAE).

1.0. INTRODUCCION

El manati es un mamifero acuático exclusivamente herbívoro del Orden Sirenia; se encuentra incluido dentro del Superorden Paenungulata, junto con los Ordenes de Proboscidea e Hyracoidea (Simpson, 1932; citado por Harrison y King, 1980). Se ha aceptado de manera general que las formas vivientes de los Ordenes de Paenungulata, tuvieron un ancestro protoungulado común (Harrison y King, 1980). Esto último se vió reforzado por los estudios de Jong et al. (1981), al sugerir un origen monofilético para elefantes, oricteropos y manatíes, a través de un análisis secuencial de aminoácidos.

Los integrantes del Orden Protoungulado Desmostylia, extintos en el Oligoceno y Mioceno, eran organismos cuadrúpedos con costumbres semiacuáticas y herbívoros de algas y pastos marinos (Barnes et al., 1985). Del Eoceno medio tardío, el género fósil *Protosiren*, es el miembro mejor conocido de lo que pudo haber sido la radiación más temprana de sirenios completamente acuáticos (Savage, 1977; citado por Barnes et al., op. cit.).

El Orden Sirenia comprende únicamente a dos géneros vivientes: *Dugong* y *Trichechus* (Cuadro 1); habiendo evolucionado dentro de ramas filéticas separadas (Reinhardt, 1959; citados por Ronald et al., 1978). De éstos, el género *Trichechus* está representado por 3 especies: *Trichechus inunguis*; *Trichechus senegalensis* y la especie *Trichechus manatus* con 2 subespecies: *Trichechus manatus latirostris* y *Trichechus manatus manatus* (Domning y Hayek, 1986). De éstas 3 especies, únicamente a *Trichechus inunguis* se le considera exclusivamente dulceacuicola. Evolutivamente éstos herbívoros, junto con el *Dugong* marino, han desempeñado un papel ecológico importante sobre las comunidades de pastos marinos, considerados como uno de los ecosistemas más productivos (Barnes et al., 1985).

Cuadro 1. Clasificación del Orden Sirenia (\*)

Orden <i>Sirenia</i>	(Illiger 1811)
Suborden <i>Trichechiformes</i>	
Familia <i>Trichechidae</i>	(Gill 1872)
Género <i>Trichechus</i>	Linnaeus 1758
Especie <i>Trichechus senegalensis</i>	Link 1795
<i>Trichechus inunguis</i>	Natterer 1883
<i>Trichechus manatus</i>	Linnaeus 1758
Subespecie <i>Trichechus manatus latirostris</i>	(Harlan 1824)
<i>Trichechus manatus manatus</i>	Linnaeus 1758

(\*) Clasificación en Ronald *et al.* 1978.

Aún se desconocen muchos aspectos biológicos de las tres especies de manatí. Son organismos densodependientes distribuidos en diversos ambientes acuáticos, pudiendo tolerar tanto los salados como los salobres y dulces. Se puede suponer que tanto la anatomía interna, como la fisiología renal y reproductiva, están fuertemente influenciadas por su ambiente. El objetivo del presente trabajo consiste en contribuir con la descripción anatómica macroscópica y microscópica del aparato urogenital masculino de una cría macho de manatí de la subespecie *Trichechus manatus manatus*; y tratar de encontrar semejanzas y diferencias entre las escasas descripciones del urogenital de otras especies de manatí y dugong. Se consideró de importancia la descripción de la glándula del timo, con la cual se podrá conocer el aspecto de la glándula del crecimiento, en relación a la fase de desarrollo que presentan los órganos urogenitales del manatí en estudio.

## 2.0. DISTRIBUCION DE LA ESPECIE *Trichechus manatus*

Los representantes vivos de la familia *Trichechidae* se han distribuido en las aguas costeras, estuarios, ríos y lagunas de las regiones subtemplada y tropical de la Cuenca del Atlántico. El área de distribución, así como el número actual de éstos organismos, se han visto afectados y reducidos principalmente por el deterioro ambiental (Bertram y Bertram, 1966; 1968; Ronald *et al.* 1978).

La distribución y presencia de los sirenios se halla frecuentemente citada por los cronistas e historiadores europeos durante sus viajes a América. El primer registro para el Golfo de México lo dió Fray Diego de Landa en 1566 (citado por Baughman, 1946), para las costas de Yucatán y

La subespecie *Trichechus manatus manatus*, tuvo una distribución amplia en México, abarcando la línea costera del Golfo de México (Campbell y Gicca, 1976). En América Central, se distribuían en: Belice (Nat. Sc. Res. Council, Guyana, 1974; citado en Ronald et al. 1978); en Honduras (Rathbun et al. 1983) y en Nicaragua (Barret, 1935). En América del Sur en: Guyana, Surinam y Georgetown; en Venezuela (Bertram y Bertram, 1973; citados por Ronald et al., op. cit.); en Trinidad y la costa Norte de Brasil, hasta la desembocadura del Río Amazonas (Nat. Sc. Res. Council, Guyana, 1974; citado por Ronald et al., op. cit.). Domning y Hayek (1986), mencionaron que en la desembocadura de este río, se traslapan poblaciones de la especie de *Trichechus inunguis* y la subespecie *Trichechus manatus manatus*; a éste hecho se le considera como un fenómeno de simpatría (Domning, 1981) o de parapatria dentro de sus mutuos límites de distribución. Domning (1981) y Domning y Hayek (1986), informaron que dentro de ésta área, no existen indicios de hibridación entre las dos poblaciones.

Esta especie también se encuentra distribuida en países del Caribe como Puerto Rico (Powell et al. 1981); Haití (Rathbun et al. 1985) y en la República Dominicana (Nac. Sc. Res. Council, Guyana, 1974; citado por Ronald et al. 1978) (Fig. 1).

## 2.1. DISTRIBUCION DE LA ESPECIE EN MEXICO

Los trabajos acerca de la distribución del manatí en México, han sido en su mayoría investigaciones realizadas por medio de encuestas y reconocimientos aéreos (Campbell y Gicca, 1976). Actualmente a la distribución del manatí en México se le ha resumido al Sureste del país, en las áreas lacustres de Tabasco, Campeche, Chiapas y en algunas localidades de Yucatán y Quintana Roo (Lluch, 1964, 1965; Campbell y Gicca, 1976; Villa y Colmenero, 1981; Gallo, 1983; Colmenero, 1984; Colmenero y Hoz, 1986; así como trabajos con observaciones directas por Alvarez et al. 1987 en el Estado de Tabasco.

El Estado de Tamaulipas estaba considerado como el límite más al Norte de su distribución. Allen en 1942 (citado por Campbell y Gicca, 1976), señaló que los registros de manatí en estas regiones, eran ya muy escasos; y Alvarez del Toro (1977), declaró a la especie como extinta para el estado.

En el Estado de Veracruz, Hall y Danquest (1963; citados por Campbell y Gicca, 1976), encontraron sirenios en la

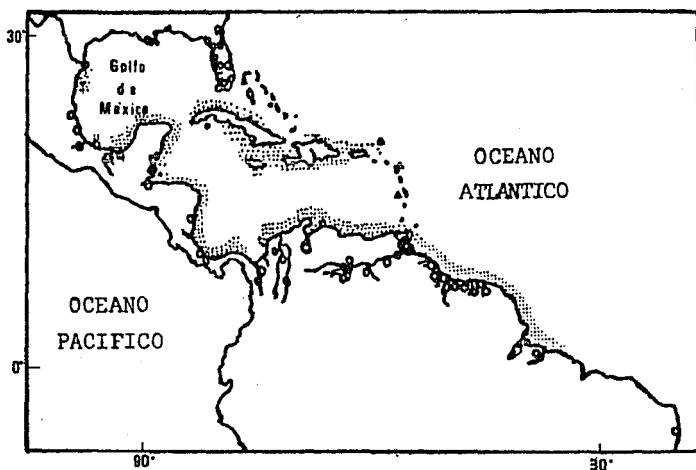


Fig. 1. Distribución mundial de la especie *Trichechus manatus manatus*. Esquema tomado de Husar, (1978).

Bahía de Alvarado, Puerto de Veracruz, Nautla, Coatzacoalcos y en el Río Papaloapan. Actualmente a la zona al sureste de Alvarado se le considera la zona más norteña de su distribución en el país (Colmenero, 1984).

Antiguamente el manatí era común en Campeche (Dampier, 1675; citado por Baughman, 1946); y aparentemente ahora se encuentra restringido a los ríos, lagunas y algunas zonas costeras limítrofes con la Laguna de Términos (Colmenero, 1984).

La presencia de la especie a lo largo de las costas de Yucatán y Quintana Roo, está reportada como abundante (Allen 1942; citado por Campbell y Gicca, 1976). Posteriormente, Lluch (1964 y 1965) y Phillip y Fisher (1970, citado por Campbell y Gicca, *op. cit.*), indicaron que actualmente la población en ésta región está más reducida, pero aparentemente estable.

Para el estado de Chiapas, Alvarez del Toro (1977), ha considerado a la localidad de Catzajá, en los grandes ríos del norte de Chiapas, como uno de los reductos de importancia en la distribución del manatí. Más adelante, Campbell y Gicca (*op. cit.*), mencionan la existencia de la especie, más allá de Tenosique (65 Km. al sur de Catzajá).

Gaumer (1917; citado por Campbell y Gicca, 1976), informó que el número de manatíes en el estado de Tabasco se encontraba ya muy reducido en los tributarios del Río Grijalva, en: Chilapa, Chilapilla y Macuspana; así como en el río Usumacinta. Más adelante se realizaron encuestas por Colmenero (1984); Colmenero y Hoz (1986), para corroborar dicha información. Por otro lado, Alvarez *et al.* (1987), realizaron observaciones directas de manatí en importantes tributarios del Usumacinta; combinando el método de observación directa, con captura, marcaje y liberación de los ejemplares, dentro del Municipio de Emiliano Zapata.

### 3.0. AREA DE ESTUDIO

Dentro del estado de Tabasco se encuentra comprendido parte del extenso sistema fluvial y lagunar de los Ríos Grijalva y Usumacinta, denominado Región de los ríos. Dicha región representa el 30 % del territorio, con una extensión de 7,363.69 Km<sup>2</sup>. El clima corresponde al Cálido-Húmedo tipo Amv''(i)g (García, 1978); con lluvias en verano y una temporada de menor humedad en la mitad caliente y lluviosa del año. La temperatura anual promedio es de 22 °C y la precipitación anual media es mayor de los 1000 mm. La vegetación sobresaliente de selva secundaria

media perenifolia y sabana se encuentra muy disminuida por las talas para la implantación de pastizales (Dorán, 1984).

El material para el presente trabajo se obtuvo dentro de la localidad ribereña de Balmoc, sobre el río San Pedro; importante afluente del Río Usumacinta. Dicha localidad se encuentra a una distancia aproximada de 2 horas por río de la ciudad de Balancán, trasladándose en una lancha de 21 pies de largo y motor fuera de borda de 40 Hp (Fig. 2).

#### 4.0. CARACTERISTICAS GENERALES DEL GENERO *Trichechus*

Los representantes actuales de la familia Trichechidae se caracterizan por tener un cuerpo alargado e hidrodinámico; una aleta caudal redondeada y aplanada horizontalmente; poseen un par de aletas pectorales lobuladas pentadáctilas; y en la región axilar se ubican un par de glándulas mamarias (Harrison y King, 1980; Caldwell y Caldwell, 1985; Husar, 1978).

Los adultos pueden llegar a medir de 3 a 4 metros de longitud total y pesar aproximadamente unos 500 kg. (Bertram y Bertram, 1964; Quiring y Harlan, 1953). La piel es gruesa y arrugada, con escasos pelos distribuidos por todo el cuerpo. El color del tegumento puede variar desde un color gris oscuro casi negro en las crías, a un gris claro y pardo en animales jóvenes y adultos (Phillips, 1964; citado por Husar, 1953; Caldwell y Caldwell, 1985).

El rostro es corto con una deflexión al nivel de la boca; el labio superior bien desarrollado tiene una función prensil, y presenta vibrizas gruesas sensibles. Los orificios de la nariz son semicirculares y se ubican en la región superior del rostro, con un cierre en forma de válvula. Los ojos son pequeños y se cierran en forma de esfínter. Los orificios auditivos son muy pequeños y carecen de pabellón (Husar, 1978).

El cráneo es ancho y relativamente corto, con una caja craneal pequeña (Husar, 1978). La fórmula dentaria es: I 0/0; C 0/0; PH 0/0; M 6/6, pudiendo presentar de 5 a 7 molares en cada rama dentaria de tipo braquiodonto sin cemento; la dentadura es polifiodonta (Husar, 1978).

El dimorfismo sexual está dado por la ubicación de los orificios genitales: la hembra presenta el orificio genital más cerca del ano y alejado del ombligo; mientras que en el macho, el orificio genital se ubica más cerca del ombligo y lejos del ano (Husar, 1978; Johnson et al. 1987); (Fig.15).

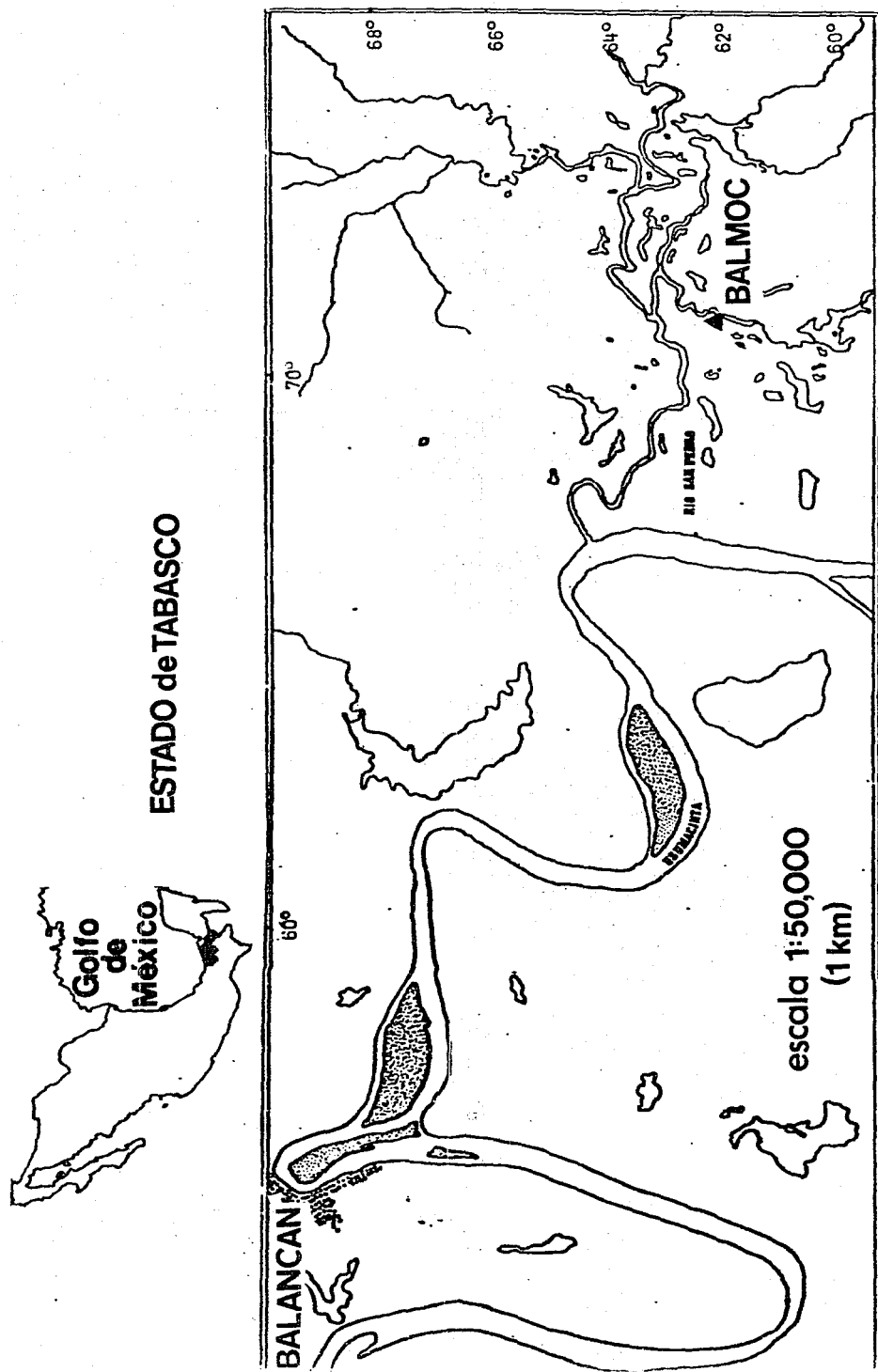


Fig. 2. Zona de colecta. Localidad de Balmoc, sobre el Río San Pedro, importante afluente del Río Usamacinta; aproximadamente a 25 Kms. de distancia de la Ciudad de Balancán por río. Esquema tomado de las Cartas Topográficas E 15 D 15 y E 15 D 25, del Estado de Tabasco, SPP Dir. Gral. de Geor. del Territorio Nacional.

El número de vértebras varía de 48 a 54; de las cuales 6 son vértebras cervicales; de 17 a 19 torácicas y de 20 a 29 lumbocaudales (Hatt, 1934; Jones y Johnson, 1967; citados por Husar, 1978). Los huesos de manatí presentan características paquiostóticas muy evidentes en huesos largos como las costillas. Estos huesos son densos y carecen de cavidad medular; los osteoclastos son escasos y la resorción del hueso es mínima. En organismos adultos, las costillas continúan con un proceso de engrosamiento debido a una aposición continua de hueso nuevo sobre las superficies óseas externas (Fawcett, 1942 b; citado por Husar *op.cit.*).

## 5.0. CARACTERISTICAS GENERALES DEL APARATO UROGENITAL EN MAMIFEROS

Los mamíferos, así como otros vertebrados, presentan un patrón general en cuanto a las estructuras externas e internas de sus aparatos y sistemas como el urogenital.

### 5.1. APARATO URINARIO

Cuando se habla del aparato urinario, se habla de excreción, efectuándose la separación y eliminación de los productos de desecho del cuerpo. Las adaptaciones estructurales para los procesos de excreción están acordes con el modo de vida y tipo de alimentación de los organismos.

La naturaleza química de las excreciones son generalmente aquellas derivadas de un metabolismo nitrogenado. En las formas superiores: reptiles, aves y mamíferos, los principales productos de desecho del metabolismo nitrogenado es el ácido úrico y la urea. Al parecer, la excreción de urea está ligada al modo de vida acuática; y el ácido úrico a la vida terrestre (Andrew, 1959).

La función y las estructuras de los órganos de excreción abarcan dos procesos principales: 1) el de eliminar material de desecho nitrogenado y 2) mantener un balance hídrico adecuado. En cuanto al balance hídrico del medio interno corporal en animales completamente marinos, aparentemente no presentan problema alguno; los animales adaptados al medio dulceacuicola o al terrestre, tienen el problema de mantener su medio interno en equilibrio de acuerdo con el exterior. De la misma manera, aquellos animales marinos que se adaptaron al medio dulceacuicola y de vuelta al marino, tienen el problema de reajustarse al medio marino (Andrew, 1959).



Los riñones y los conductos de mamíferos, son metanefricos. Son órganos grandes en forma de frijol, situados en la pared de la cavidad peritoneal. Sus caras laterales son convexas y el hilio o cara medial, es cóncava. Por el hilio circulan nervios y vasos sanguíneos; de él parten el uréter y la vena renal y entra la arteria renal (Leonhardt, 1977).

Los riñones están cubiertos por una cápsula fibrosa de fácil desprendimiento. La superficie renal del feto humano, del recién nacido y la de otros mamíferos, poseen una cierta lobulación, que corresponde a la ordenación interna de las pirámides medulares. Esta lobulación superficial desaparece casi por completo en el riñón humano adulto (Leonhardt, 1977).

El interior del riñón presenta un seno renal, ocupado por la arteria y vena renal; y la porción ensanchada del uréter, formando la pelvis renal (Hyman, 1979). A través de los cálices, los ápices o pirámides medulares convergen a la pelvis renal (Gray, 1977).

La parte sustancial del riñón está constituida por la zona de la corteza y la médula. Estas dos regiones no presentan un límite estricto entre ellas. De la base de las pirámides medulares se proyectan numerosos radios hacia la corteza y la subdividen en el laberinto cortical. La sustancia cortical interpuesta entre dos pirámides medulares, se denomina columna de Bertin, envolviendo a las diversas pirámides a modo de cilindros (Leonhardt, 1977) (Fig. 3).

La corteza contiene a los corpúsculos renales; a la cápsula de Bowman; a las asas de Henle y a los tubos colectores distales y proximales. A la unidad renal se le denomina nefrona, constituida por un glomérulo de Malpigi, la cápsula de Bowman y al intrincado sistema de vasos y tubos, irrigados por ramificaciones de las arteriolas aferentes. Cada nefrona comienza con un corpúsculo de Malpigi o la combinación de un glomérulo y la cápsula de Bowman. El glomérulo está compuesto por una red con cerca de 30 asas o túbulos rodeados por una doble pared en forma de copa. La pared interna de la copa o cápsula, está formada por células de revestimiento o podocitos; y la externa, de células planas que recubren a la cápsula de Bowman (Fig. 4). El glomérulo se constriñe en su base, formando al túbulo proximal sinuoso en su inicio; esta zona del tubo está constituido por un epitelio cúbico monoestratificado, con un borde en cepillo (Andrew, 1959); (Fig. 5). El conducto proximal continúa descendiendo, dejando de ser sinuoso; más adelante penetra en la médula y experimenta una transición en forma de horquilla o Asa de Henle, constituida por células epiteliales planas. Esta porción cambia de

1)CORTEZA

2)MÉDULA

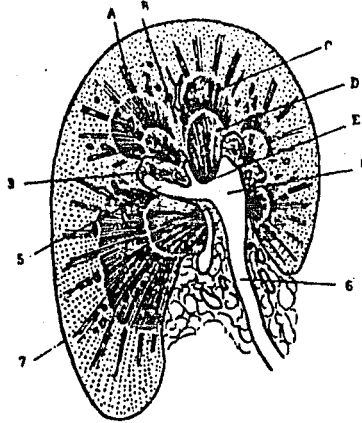


Fig. 3. Riñón de mamífero, constituido por: 1) una corteza, con A) los radios medulares y B) la columna de Bertin. 2) Médula: C) zona medular externa; D) interna y E) papila renal. 3) Seno renal; 4) pelvis renal; 5) cáliz; 6) porción ensanchada del uréter y 7) cápsula fibrosa. Esquema tomado de Leonhardt (1977).

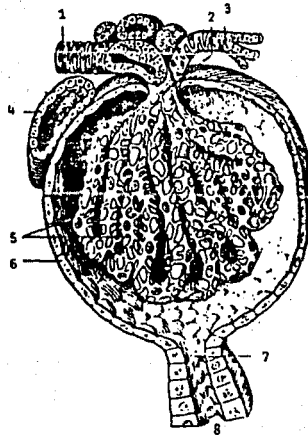


Fig. 4. Corpúsculo renal (según Bargmann). 1) vaso eferente; 2) polo vascular; 3) vaso aferente; 4) mácula; 5) asas capilares (glomérulo), cubierto por podocitos; 6) cápsula de Bowman; 7) polo urinario y 8) inicio del túbulo contorneado proximal. Esquema tomado de Leonhardt (1977).

dirección, ascendiendo de nuevo hacia la corteza, en forma de túbulo distal (Andrew, 1959). El diámetro del túbulo distal es menor al del proximal; presenta un epitelio cúbico monoestratificado y una luz más amplia, con microvellosidades poco conspicuas (Leonhardt, 1977) (Fig. 5). La mácula densa es un segmento situado fuera del glomérulo; es una asociación de un túbulo distal en sinapsis con un polo vascular del glomérulo (Leonhardt, 1977) (Fig. 4).

La zona medular se diferencia por estar constituida de tubos colectores que penetran tanto en la zona cortical, como en la médula, formando la parte central de un lobulillo; así como por los tubos que convergen en la papila renal (Fig. 5). El conjunto de tubos colectores y la papila renal forman una pirámide medular. El número de pirámides varía dependiendo de la especie de mamífero que se trate; por ej.: existe una sola pirámide en el conejo y en el gato, pero alrededor de 20 en el riñón humano (Hyman, 1979).

Dentro de cada pirámide se distingue una zona interna y una externa o estriada; esta subdivisión se basa en la disposición de los túbulos. La zona interna está constituida principalmente por los tubos colectores y vasos rectos. Los tubos colectores presentan un epitelio cúbico a cilíndrico en límites celulares precisos. Estos tubos se ramifican para después desembocar en uno mayor, el cual se dirige hacia el conducto papilar (Leonhardt, 1977) (Fig. 5).

Los conductos ureterales en mamíferos parten del hilio renal y entran a la vejiga urinaria en forma de pera, localizada en la cavidad peritoneal. El uréter está compuesto de 3 capas: una fibrosa, la muscular y la mucosa. La cápsula fibrosa se extiende a través de todo el conducto, siendo una continuación del extremo de la cápsula renal, al nivel de la pelvis renal; y por el otro extremo, se difunde con la cápsula fibrosa externa de la vejiga. En la pelvis renal, la capa muscular tiene 2 zonas: una longitudinal y una circular (Fig. 6). En un nivel del uréter más cercano a la vejiga, se encuentran 3 capas musculares: una externa longitudinal, una circular media y una capa interna longitudinal menos conspicua. El epitelio es suave y continuo con la membrana mucosa de la vejiga; está constituido por epitelio de transición con varias capas celulares. Las células más superficiales, cercanas a la luz, mantienen contacto con la orina; y presentan una forma cuadrilátera y un margen cóncavo que se acomoda a los extremos redondeados de la siguiente capa celular. Estas últimas tienen un epitelio semejante al columnar, con una forma de pera. La tercera capa celular consiste de células ovaladas o cónicas que varían en número en diferentes regiones del epitelio; y presentan procesos que se extienden hacia la membrana basal (Gray, 1977).

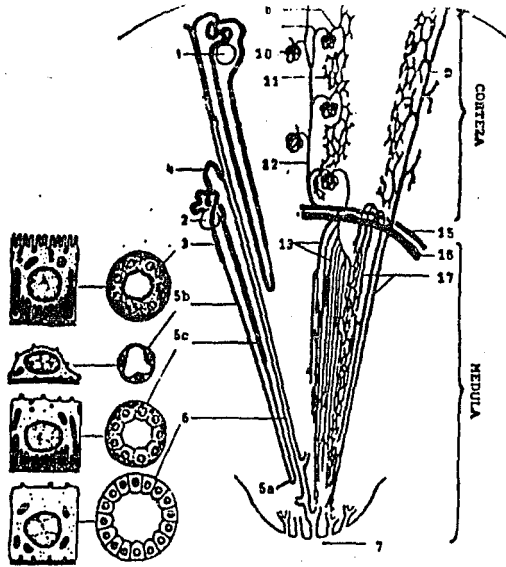


Fig. 5. Posición y partes de un nefrón en la corteza y la médula renal: 1) Nefrón periférico; 2)nefrón central o glomérulo; 3)tubo proximal con epitelio monoestratificado y borde en cepillo; 4)tubo distal con epitelio monoestratificado; 5)Asa de Henle: a)horquilla; b)porción delgada y epitelio plano.; 6)tubo colector; 7)papila renal; 8)arteriola eferente; 9)arteriola aferente; 10)capilares glomerulares; 11)capilares corticales; 12)arteria interlobular; 13)arterias rectas; 14)vena interlobular; 15)vena recta; 16)arteria arqueada y 17)vena arqueada. Esquema tomado de Leonhardt (1977).

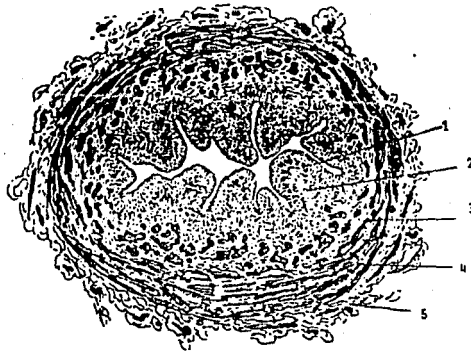


Fig. 6. Uréter. Corte transversal al nivel de la pelvis renal. 1)epitelio de transición; 2)lámina propia; 3)capa muscular longitudinal; 4)capa muscular externa; 5)cápsula fibrosa envolvente. Esquema tomado de Leonhardt (1977).

La vejiga urinaria es un saco muscular membranoso situado en la cavidad peritoneal. Está compuesta de 4 capas: serosa, muscular, submucosa y mucosa. La serosa cubre la superficie superior, lateral y basal de la vejiga. La capa muscular consiste de 3 capas de músculo liso: una capa externa longitudinal; una capa media circular y una interna con disposición longitudinal. La submucosa consiste de tejido areolar intermedia entre la capa muscular e internamente relacionada con la mucosa. La mucosa o epitelio se continúa con la de los uréteres y con la de la uretra. El epitelio es de transición; consiste de una capa superficial de células planas poliédricas bi o trinucleadas, con un estrato inferior de células en forma de gota o globosas, con un núcleo ovalado. No existen verdaderas glándulas mucosas (Gray, 1977); (Fig. 7).

La uretra masculina es un conducto con doble función: una excretora y la otra genital. Su situación es desde el cuello de la vejiga hasta el meato urinario en el extremo del pene. La uretra está dividida en 3 porciones: la prostática, la membranosa y la esponjosa. La porción prostática es la más amplia; atraviesa a la glándula prostática, donde el conducto tiene una forma de huso. La sección membranosa de la uretra se extiende del ápice de la próstata y el bulbo del cuerpo esponjoso; esta zona del conducto, es la más angosta. La porción esponjosa es la parte más larga del conducto y se encuentra comprendido dentro del cuerpo esponjoso del pene; aquí el conducto es angosto y de tamaño uniforme, presentando una dilatación detrás del bulbo o porción bulbosa. El meato urinario es la parte de la uretra más contraída; la membrana de recubierta interna presenta los orificios de numerosas glándulas de moco y folículos, situados en el tejido de la submucosa, denominadas glándulas de Littre con tamaños variables (Gray, 1977); (Fig. 8).

La uretra está compuesta de una membrana mucosa continua y una submucosa que la comunica con las estructuras por las que atraviesa. La capa de mucosa forma parte de la membrana mucosa urogenital; es una membrana continua con la de la vejiga, con la de los uréteres y riñones; y externamente, con el tegumento que recubre al glande del pene. Esta membrana también se prolonga hacia los ductos de las glándulas que salen hacia la uretra, como las glándulas de Cowper y la glándula prostática, hacia los vasos deferentes y vesículas seminales. En las porciones membranosa y esponjosa, la mucosa se dispone en pliegues longitudinales cuando el conducto está vacío. Hay pequeñas papilas sobre o cerca de la luz; y su cubierta epitelial es del tipo columnar, excepto cerca del meato, donde es escamosa. La submucosa es una capa vascularizada de músculo liso eréctil dispuesto en forma circular, separando a la mucosa del cuerpo esponjoso (Gray, 1977).

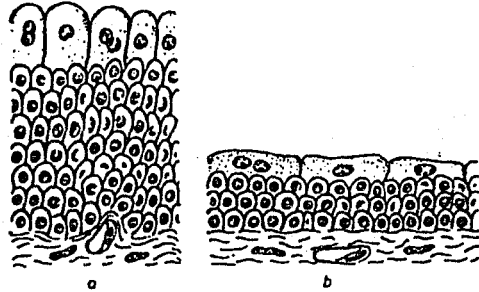


Fig. 7. Vejiga Urinaria. Epitelio de transición en: a) vejiga urinaria contraída; y b) epitelio en vejiga dilatada. Esquema tomado de Leonhardt (1977).

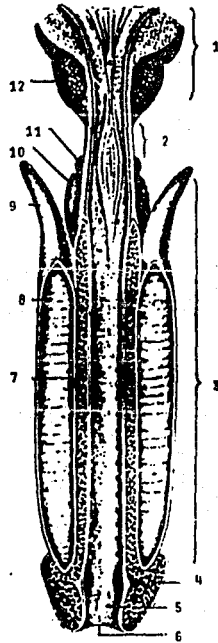


Fig. 8. Corte transversal del pene, con las 3 porciones de la uretra: 1)porción prostática; 2)porción membranosa y 3)porción esponjosa. 4) Glándula; 5)fosa navicular; 6)meato urinario; 7)cuerpo esponjoso; 8) cuerpo cavernoso; 9)crura; 10)bulbo; 11)glándula de Cowper; y 12)prósata. Esquema tomado de Leonhardt (1977).

## 5.2. APARATO GENITAL.

Los órganos reproductores presentan un desarrollo especial, ya que participan en el proceso de formación de nuevos individuos durante el ciclo de vida y a lo largo de todo un proceso evolutivo. En los mamíferos, la fecundación es interna. Los factores de comportamiento reproductivo; la variación inter e intra específica en los ciclos estrales tanto en hembras como en machos, se ven ampliamente influenciados por el factor ambiental.

Los organismos distribuidos lejos del Ecuador, presentan una estacionalidad reproductiva marcada; mientras que en los trópicos, muchas especies no tienen un periodo reproductivo definido (Marsh et al. 1984 b). Geist (1974; citado por Marsh et al., *op. cit.*), consideró que los machos en las especies de ungulados que vivían en los trópicos, presentaban un gasto energético elevado debido a los periodos prolongados de reproducción. Mientras tanto, en las especies distribuidas en las regiones templadas, presentan un mayor tiempo de ramoneo y menor gasto de energía en el corto periodo de reproducción. Los machos de las regiones tropicales tiene menor tiempo libre de ramoneo; sin embargo, deben de estar preparados para competir con sus congéneres por las hembras en estro. Estos hechos se ven compensados con mecanismos de patrones reproductivos asincrónicos o discontinuos, como los observados tanto en hembras como machos del género *Dugong*. Estos mecanismos pueden ser aún más notorios dentro de una población cercana a su capacidad de carga (Marsh et al. 1984 b).

Por otro lado, la edad para adquirir la madurez sexual, está dada por la densodependencia. Por lo menos de 15 especies de grandes mamíferos densodependientes, 8 son marinos; como en dugongos; por ejemplo, en algunas poblaciones de dugongos australianos se ha observado un retardo para adquirir la madurez sexual, determinados por presiones densodependientes nutricionales y sociales. Se ha sugerido que estos hechos también existen en algunas poblaciones de elefante africano (Laws, 1969; citado por Marsh et al. 1984 b); y muy probablemente estos factores ocurren dentro de las poblaciones de manatíes. Sin embargo, aún cuando es difícil generalizar, se requieren muchas investigaciones sobre estos aspectos, ya que las comparaciones entre los diferentes patrones reproductivos en una misma especie, son importantes indicadores de las condiciones de cada población en particular (Eberhardt y Siniff; citados por Marsh et al., *op. cit.*).

Los testículos de la mayoría de los mamíferos se alojan dentro de un escroto dividido en 2 compartimientos. La forma de los testículos es ovalada; y en su posición dorsal, el conducto deferente contorneado forma al conducto del epididimo. El extremo posterior del testículo se encuentra adherido a la pared posterior del escroto por medio de un ligamento delgado denominado gubernáculo (Hyman, 1979). Durante la vida fetal los testículos están contenidos en la cavidad abdominal, para descender posteriormente al escroto, a través del canal inguinal. Los testículos están cubiertos por un escroto con 6 capas tegumentarias (Gray, 1977) (Fig. 9).

Los bordes anterior, lateral y ambos extremos del órgano son convexos; sobre el borde posterior está el epididimo, con una parte central o cuerpo; la cabeza anterior o *globus mayor* y la parte inferior o cola o *globus minor*. La cabeza está íntimamente comunicada con la parte superior del testículo por medio de los conductos eferentes; y en la porción inferior, se une por medio de tejido seroso. Las venas espermáticas emergen del dorso del testículo y reciben tributarios del epididimo; éste último con un epitelio cilíndrico ciliado (Fig. 10 a); al unirse estos vasos, forman numerosos plexos contorneados llamados *plexus pampiniformis* que ascienden frente a los vasos deferentes, presentando un epitelio cilíndrico ciliado (Fig. 10 b). Estos plexos se unen más adelante para formar 3 o 4 venas que pasan por el canal inguinal, entrando al abdomen por el anillo abdominal y coalesciendo en 2 venas. Estos últimos vuelven a unirse nuevamente, dando lugar a una vena que se abre por el lado derecho hacia la vena cava y por el izquierdo, a la vena renal (Gray, 1977).

La túnica albugínea es la cubierta del testículo formada por una membrana densa y fibrosa. La superficie externa de la túnica está compuesta por la *tunica vaginalis*, excepto en los puntos de inserción con el epididimo. La túnica albugínea penetra al interior del testículo formando septos verticales incompletos, llamado en conjunto el *mediastinum testis*, dividiendo al órgano en numerosos espacios. La *tunica vasculosa* es la capa vascularizada del testículo, consistiendo de un plexo de vasos capilares adheridos por un tejido areolar. Este tejido cubre externamente a la superficie interna de la túnica albugínea y a los septos en el interior de la glándula (Gray, 1977) (Fig. 11).

La estructura glandular del testículo está constituido por numerosos lóbulos que difieren en tamaño de acuerdo con su posición, siendo mayores y más alargados los de la región central. Los lóbulos tienen una forma cónica, con el ápice dirigido hacia el mediastino. Cada lóbulo está contenido dentro de uno de los intervalos entre los cordones fibrosos y procesos vasculares que se extienden entre el



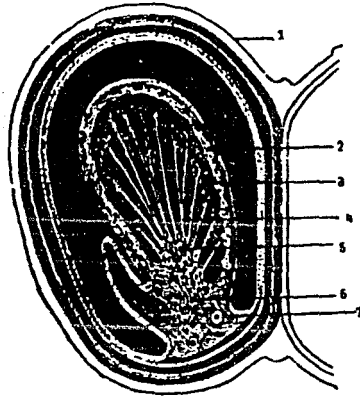


Fig. 9. Corte transversal del escroto y testículo con: 1)piel del escroto; 2)túnica albugínea; 3)tubos seminíferos; 4)septos; 5)mediastino; 6)epidídimo; 7)vasos deferentes. Esquema tomado de Leonhardt (1977).

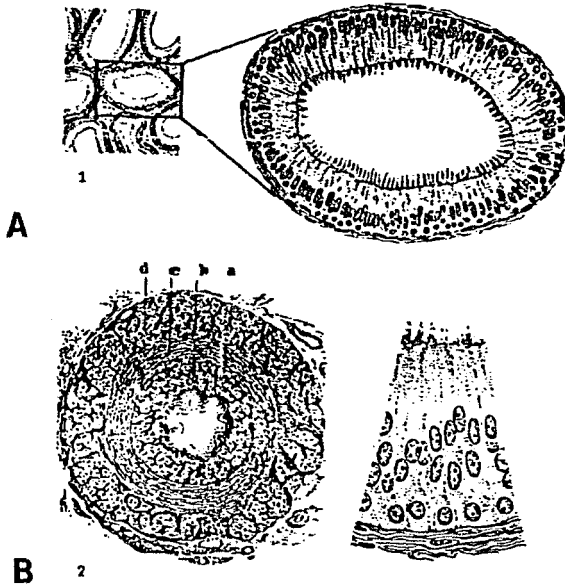


Fig. 10. Conductos epididimarios y deferente. 1)El epitelio del conducto epididimario tiene epitelio cilíndrico en varias capas, con estereocilios; rodeado por una capa de músculo liso. 2)El conducto deferente presenta un epitelio cilíndrico con estereocilios (a); capa muscular longitudinal externa (b); c)una capa circular media o entremezclada; y d)capa muscular longitudinal externa. Esquema tomado de Leonhardt (1977).

mediastino y la túnica albuginea. En cada lóbulo se encuentran de uno a más túbulos contorneados diminutos llamados *tubuli seminiferi*. Cada túbulo tiene una membrana basal de células epiteliales planas; un tejido intersticial y varias capas irregulares de células epiteliales. En la membrana basal y formando una capa externa, se encuentran las espermatogonias, que son células cúbicas con núcleos pequeños. Entre esta primera capa se encuentran otras células intermedias o espermátocitos. La siguiente capa celular está formada por espermátidas o espermátoblastos que se convierten posteriormente en espermatozoides. Se pueden distinguir células columnares o de sostén llamadas de Sertoli, proyectándose desde la membrana basal, hacia la luz del conducto (Gray, 1977).

El pene consiste de una raíz, un cuerpo y una extremidad o *glans penis*. La raíz está firmemente sujeta a la rama del *os pubis* e *ischium*, por dos procesos fibrosos llamados *crura*; por delante del sínfisis púbico se sujeta por medio de un ligamento suspensorio de tejido fibroso que va hasta la superficie superior del pene; de aquí, se divide en dos porciones y se combina con la cubierta del órgano (Gray, 1977); (Fig. 8).

La extremidad anterior del pene o glande, tiene la forma de un cono obtuso; y en su extremo distal se encuentra el orificio uretral. La base del glande presenta un borde llamado *corona glandis*, antes de formarse una constricción llamada cuello o *cervix* (Fig. 8). Ambas regiones presentan numerosas glándulas sebáceas (Gray, 1977).

El cuerpo del pene se localiza entre la raíz y el glande. En su condición flácida, el pene es cilíndrico; pero cuando erecto, tiene la forma de una pirámide triangular con los ángulos redondeados. El interior del cuerpo peniano contiene una gran porción de la uretra. El cuerpo está cubierto por una piel gruesa que no contiene tejido adiposo. En la raíz, la piel o tegumento se continua con la de la pelvis y el escroto; y en el cuello del glande, esta piel parte de la superficie, doblándose sobre sí misma, para formar al prepucio. La capa interna del prepucio se adhiere por detrás del *cervix* y se asemeja a una membrana mucosa. En el *cervix*, el prepucio se extiende sobre el glande; y en el meato urinario, la mucosa interna es continuación del de la uretra. Por detrás del meato urinario pasa una membrana mucosa continua con el prepucio, denominada freno prepucial (Gray, 1977).

El pene está compuesto por una masa de tejido eréctil que rodea a 3 compartimientos cilíndricos y fibrosos; de éstos, 2 constituyen al cuerpo cavernoso, uno en cada lado del diámetro del pene; y el tercero, o cuerpo esonjoso, rodea a la uretra (Gray, 1977); (Fig. 8).

El cuerpo cavernoso forma la parte principal del cuerpo del pene; consiste de 2 cuerpos cilíndricos, uno al lado del otro, pero íntimamente unidos por una línea media. Esta disposición se observa en las dos terceras partes anteriores del pene, ya que hacia la parte basal, éstos dos cuerpos se separan para formar la crura o procesos fibrosos, adheridos a la rama del hueso púbico. Cada crura se forma a partir de un proceso cerca del isquion, antes de unirse para formar al cuerpo del pene. Más adelante éstas estructuras se constriñen y mantienen un diámetro uniforme, hasta formar un sólo extremo rodeado en la fosa de la base del glande. En la superficie superior del pene corre la vena dorsal; y en la parte inferior se localiza al cuerpo esponjoso (Gray, 1977); (Fig. 8).

El cuerpo cavernoso está rodeado por una envoltura fibrosa que consiste de dos juegos de fibras: una longitudinal común para los dos cuerpos cavernosos; y otra interna y circular, siendo propia para cada cuerpo cavernoso. Las fibras internas circulares entre los 2 cuerpos forman un septo pectiniforme incompleto en la región anterior del cuerpo peniano; y un septo completo hacia la región posterior del cuerpo del pene. Estas bandas de fibras elásticas se extienden entre la superficie dorsal y ventral del cuerpo cavernoso. Estas bandas a su vez se ramifican en todas direcciones por el interior del cuerpo cavernoso, subdividiéndolo en numerosos compartimientos de tejido areolar, con una fuerte irrigación venosa (Gray, 1977).

El cuerpo esponjoso rodea a la uretra y se localiza por debajo del cuerpo cavernoso. Por entre los crura de los cuerpos cavernosos, surge la uretra de la parte posterior del pene; aquí forma un bulbo que termina en la porción anterior o glande; sobreponiéndose a la extremidad del cuerpo cavernoso. La porción central del cuerpo esponjoso es cilíndrica y atraviesa a la uretra que corre hasta el bulbo. En ésta porción, la uretra se encuentra rodeada por dos capas de musculatura y de tejido eréctil continuo con las zonas membranosas y prostáticas del canal y cuello de la vejiga urinaria. La porción del bulbo debajo de la uretra presenta una división parcial en dos bulbos, mostrando en una región reducida un septo fibroso delgado, siendo más conspicuo en animales jóvenes (Gray, 1977); (Fig. 8).

El cuerpo esponjoso consiste de una envoltura fibrosa muy elástica que rodea a una estructura trabecular con tejido eréctil. La cubierta externa del cuerpo esponjoso está formado parcialmente por fibras de músculo liso y una capa del mismo tejido rodeando al canal de la uretra (Gray, 1977).

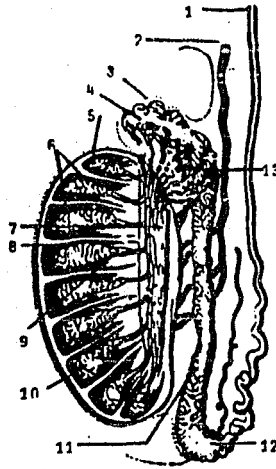


Fig. 11. Corte transversal del testículo izquierdo de mamífero, con las siguientes estructuras: 1) conducto deferente; 2) arteria espermática; 3) túnica vaginalis; 4) globus mayor; 5) túnica albugínea; 6) septos; 7) rete testis; 8) mediastino; 9) vaso recto; 10) lóbulo; 11) epidídimo; 12) globus minor; y 13) vasos eferentes. Esquema tomado de Gray (1977).

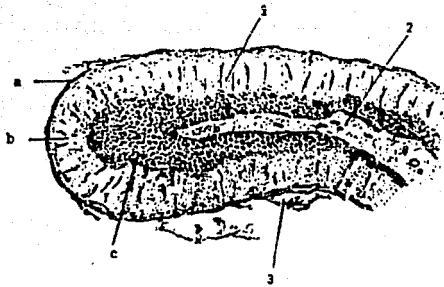


Fig. 12. Corte transversal de la glándula suprarrenal, mostrando la región cortical y medular. 1) En la corteza se encuentran las regiones: a) glomerular; b) fascicular; y c) reticular. 2) La médula vascularizada; 3) la cápsula de la glándula, constituida por fibras de colágena. Esquema tomado de Leonhardt (1977).

## 6.0. GLANDULA ADRENAL Y TIMO

### 6.1. GLANDULA ADRENAL

Las glándulas adrenales tienen un cuerpo aplanado; se sitúan en la parte posterior del abdomen y por encima de los riñones. Varían en tamaño en diferentes individuos y especies. La superficie externa de la glándula está cubierta por tejido aereolar y adiposo. La cápsula delgada es fibrosa y de difícil desprendimiento, debido a los numerosos procesos y capilares que penetran al órgano (Gray, 1977).

Al realizar un corte perpendicular, se observa la sustancia cortical externa de color claro; y la interna o medular más oscura (Fig. 12). En el centro de la médula se puede observar un espacio natural formado por la destrucción celular después de la muerte (Gray, 1977).

La porción cortical de la glándula consiste principalmente de un arreglo columnar debido a la disposición de las fibras emitidas desde la cápsula. Cerca de la superficie, éstas fibras forman espacios abiertos entre sí, dando lugar a la zona glomerulosa. Estas trabéculas están formadas por tejido conjuntivo fibroso y fibras longitudinales de músculo liso que se alargan en la zona fascicular; y acortándose en la zona reticular. Dentro de los espacios formados por el entramado de fibras de la cápsula, se encuentran contenidos grupos de células poliédricas con núcleos esféricos (Gray, 1977); (Fig. 13).

El estroma fibroso en la porción medular se dispone de una manera más comprimida, formando paquetes de tejido conjuntivo con numerosos capilares. En los intersticios se encuentran células parecidas a la de la zona fascicular (Gray, 1977).

Las numerosas arterias que penetran a los cuerpos adrenales penetran la cápsula y se ramifican en capilares que convergen a las numerosas venas de la región medular; de aquí van a la vena adrenal que normalmente emerge como un sólo vaso del centro de la glándula. La vena adrenal regresa a la sangre del plexo muscular venoso y recibe varias ramas de la sustancia cortical; se abre por el lado derecho hacia la vena cava inferior y por la izquierda, hacia la vena renal (Gray, 1977).

### 6.2. TIMO

Durante la ontogenia, el timo es el primer órgano linfático en desarrollarse y funcionar, pudiendo controlar el desarrollo de otros órganos linfáticos (Leeson y Leeson,

1977). El timo es un órgano temporal que desaparece durante o después de la pubertad (Andrew, 1959). Normalmente se desarrolla muy rápidamente durante la vida fetal, alcanzando su tamaño máximo alrededor del nacimiento en mamíferos placentarios (Patt y Patt, 1969). Este órgano cambia profundamente durante la época pre y post natal; y cuando la glándula presenta su mayor actividad, tiene una forma bilobulada en humanos como en el resto de los mamíferos. Estos lóbulos están unidos por un tabique en la línea media; y una vez concluida la madurez de las gónadas, el timo comienza a involucionar (Andrew *op. cit.*; Patt y Patt *op. cit.*); (Fig. 14).

Esta glándula se sitúa en la región del cuello, enfrente y a los lados de la tráquea: cerca de la tiroides y cubierta por el esternón. Cada lóbulo lateral está compuesto de numerosos lóbulos unidos por tejido areolar; mientras que el órgano completo, está cubierto por una cápsula densa de tejido fibroso. En el interior estos lóbulos contienen a su vez a múltiples folículos o nódulos de tamaños y formas diferentes. Cada folículo tiene una zona medular reducida y otra cortical más amplia. La corteza está constituida por células linfoides contenidas en una estructura reticular fina. En la zona medular, existen pocas células linfoides; y hacia el centro, células granulosas y corpúsculos de Hassal (Gray, 1977). Los corpúsculos son formaciones esféricas de células reticulares dispuestas en capas concéntricas. Los corpúsculos pueden aparecer rápidamente y desaparecer de nuevo, pudiendo también transformarse en quistes con restos celulares o detritos. Se ignora su función, pero existe una relación entre su mayor cantidad, con funciones defensivas (Leonhardt, 1977).

## 7.0. ANTECEDENTES

Se han realizado trabajos histológicos importantes con manatíes en cautiverio, como los trabajos de Buerquelt y Bonde (1983), sobre la toxoplasmosis y meningoencefalitis en *T. manatus*. Kleinschmidt et al. (1986), trabajó sobre la hemoglobina de manatí. Dentro de la lista de publicaciones del Sirenia Project, 1974 a 1987, se mencionan otras publicaciones no consultadas para éste trabajo, con estudios sobre la histología sanguínea de manatí; como son los trabajos de Cornide (1984), con anticuerpos leptospirales del suero sanguíneo de manatí. El trabajo de White et al. (1984), con la composición sanguínea de *T. manatus latirostris*. La publicación de Bazzini et al. (1986), con investigaciones sobre la eritropoyesis y granulopoyesis en *T. manatus*.

Se pueden mencionar algunos otros trabajos histológicos como son los de Fawcett (1942) con un estudio comparativo de los paquetes vasculares en *T. m. latirostris*; el de Harrison (1969), con la descripción de la anatomía externa y microscópica de la hipófisis, tiroides y adrenales en cetáceos, pinípedos y sirenios. Por otro lado, Yamasaki et al. (1980), realizaron una comparación morfológica entre las lenguas de manatí y dugong. Domning y Myrick Jr. (1980) realizaron estudios para calcular la edad en el manatí del Amazonas con la técnica de marcaje óseo con tetraciclina. Otros estudios en donde se han utilizando las técnicas histológicas, son los de Buerquelt y Bonde (1983) y Buerquelt et al. (1984), con estudios clínicos, como los de detección de problemas patológicos en el manatí de Florida; así como la detección de concentración de contaminantes en *T. m. latirostris*, por O'Shea et al. (1984). Los extensos trabajos de anatomía externa e histología del aparato reproductor masculino del género *Dugong* realizados por Marsh et al. (1984 a); y Marsh et al. (1984 b), han sido de gran importancia para el presente trabajo.

Los trabajos histológicos se encuentran aún limitados, ya que dependen exclusivamente de los programas oportunistas que se han venido realizando en otros países, aprovechando organismos muertos por accidente o muerte natural.

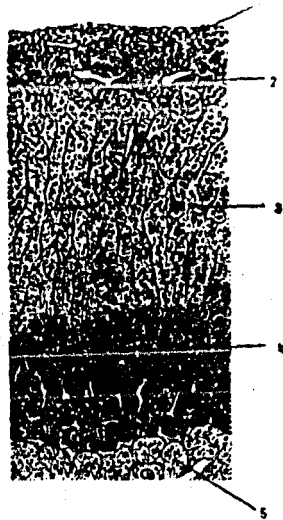


Fig. 13. Regiones de la corteza y parte de la médula suprarrenal: 1) cápsula de colágena; 2) zona glomerular; 3) zona fascicular con espongiocitos; y 4) zona reticular. 5) Médula. Esquema tomado de Leonhardt (1977).

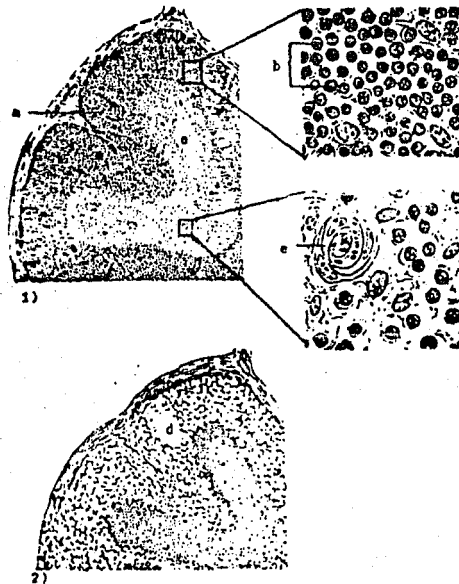


Fig. 14. Diferencias entre el Timo infantil y adulto, en una vista de conjunto. 1) Timo infantil con: a) corteza constituida por numerosos linfocitos (b); la médula (c), con una apariencia más clara, por el menor número de linfocitos. 2) Timo de adulto: d) tejido adiposo; e) corpúsculo de Hassal en la médula. Esquema tomado de Leonhardt (1977).



## 8.0. METODOLOGIA

### 8.1. MATERIAL

El día 10-XII-85 se trabajó con un organismo con pocas horas de muerto. Se tomaron sus medidas morfométricas completas, para después efectuar la disección. Tanto la disección como la toma de medidas externas (Johnson *et. al.*, 1987), así como la disección, se realizaron a partir de las indicaciones utilizadas por Bonde *et. al.*, (1984) para *T. manatus latirostris*.

El material colectado para este trabajo, consistió en el riñón, ureter, vejiga urinaria, uretra, testículos, conducto deferente, pene completo, glándulas adrenales y el timo, de una cría macho de manatí, cuya longitud total fue de 130 cms. Además, con anterioridad se había colectado un riñón de una cría hembra de 140 cms. de longitud total.

Los órganos y tejidos fueron primero conservados en hielo, facilitando la búsqueda de parásitos en los principales órganos.

### 8.2. METODO

La utilización de la técnica de H-E es rutinaria en la mayoría de los trabajos histológicos, ya que facilita la observación de la mayoría de los componentes celulares, al teñir al citoplasma y al tejido conjuntivo de color rosa claro por su condición acidofílica; y a los núcleos basófilos de morado (Leeson y Leeson, 1977).

La técnica Tricrómica de Masson hace resaltar al tejido conjuntivo con tres tonalidades: tinte de verde-azul al tejido conjuntivo en general; de negro a los núcleos; y al citoplasma celular, de rosa a rojo (Aguilar, comunicación personal).

Una vez realizados los procedimientos histológicos, se procedió al análisis de los tejidos con un fotomicroscopio Zeiss II; a éste microscopio se le adaptó un ocular con reglilla para obtener las medidas de los diversos objetivos. Para obtener los datos promedio de las estructuras microscópicas medidas, se consideraron 20 medidas no al azar de las estructuras más adecuadas para su medición. Las fotomicrografías fueron tomadas con un fotomicroscopio Zeiss II.

### 8.2.1. DISECCION

La disección se llevó a cabo en el campo con una duración aproximada de 5 hrs., basándose en las especificaciones utilizadas por Bonde et al. (1984).

- Colocando al organismo en posición dorsal, se realizó un corte medioventral denominado A, a partir de un punto caudal del esternón.
- Se realizaron 2 cortes laterales denominados B, partiendo del esternón hasta la punta de las costillas. Con éstos cortes se bordeó a la región genital, para dejar a los órganos genitales adheridos al cuerpo. De ésta manera quedaron expuestos los demás órganos, pudiendo extraer al tracto gastrointestinal (Fig. 15).
- Del cuadrante caudal en la cavidad abdominal, se extrajeron los riñones, uretra, uréter, vejiga urinaria, glándula adrenal, bazo, hígado y vesícula biliar.
- En la cavidad pericardial al nivel del proceso xifoideo, se realizó un nuevo corte medioventral denominado C, partiendo del esternón a la barbilla. Se cortaron los extremos laterales D, para separar las piezas. Expuesta ésta región, se extrajeron el timo y el corazón; pulmones, bronquios y bronquiolos.
- Se separó el aparato reproductor adherido a la sección caudal de la cavidad abdominal.

### 8.2.2. FIJACION DE TEJIDOS

Se separaron los diferentes órganos en bolsas de plástico, conservándolos en hielo para trasladarlos a la Universidad Juárez de Tabasco, UJAT, en la Ciudad de Villahermosa. En dicha Universidad, los integrantes del Laboratorio de Parasitología realizaron una extensa búsqueda de parásitos en los diferentes órganos y contenidos gastrointestinales. Se obtuvieron los pesos y medidas de los órganos, así como su material fotográfico.

Una vez realizada la búsqueda de parásitos, se fijó el material en Formol al 10 % durante 30 hrs., para cambiarlos posteriormente a Formol al 1 %, evitando un endurecimiento

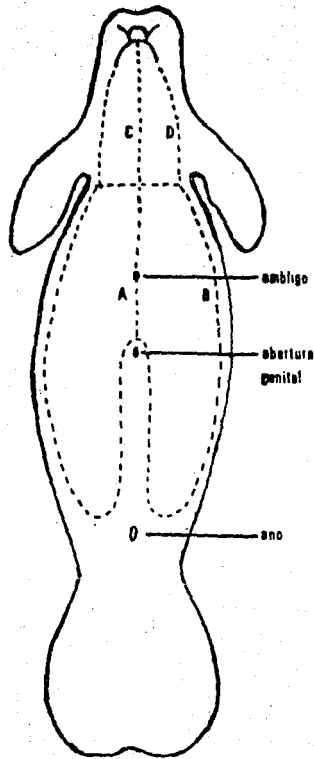


Fig. 15. Líneas de corte A, B, C y D, para la disección de un manatí macho. Notar la distancia entre la abertura genital y el ano. Tomado de Bonde et al. (1978), modificado para éste texto.

excesivo de los tejidos. En estas condiciones se trasladó el material al Laboratorio de Invertebrados en la Facultad de Ciencias, UNAM., por existir aquí facilidades para realizar estudios histológicos.

### 8.2.3. PROCEDIMIENTOS HISTOLOGICOS

Para la realización de este trabajo histológico, se consideraron 8 órganos del aparato urogenital: riñón, uréter, vejiga urinaria, uretra, testículo, epidídimo, conducto deferente, pene (superior, medio y basal); y las glándulas adrenales y el timo, como se mencionó anteriormente.

Para comenzar los procesos histológicos, se obtuvieron cortes de 1 cm<sup>2</sup> como tamaño máximo de cada órgano y conducto.

Se utilizaron 2 rutinas de deshidratación que difieren en los tiempos de aplicación. Las técnicas de tinción utilizadas fueron: Hematoxilina-Eosina (H-E) y la técnica Tricrómica de Masson (Aguilar, comunicación personal).

### 8.2.4. RUTINAS HISTOLOGICAS

#### 8.2.4.a. RUTINA NO. 1

- Alcohol etílico de 70°, 96° y absoluto con 3 cambios de 1 hr. cada uno.
- Alcohol etílico y aceite de cedro en proporciones de 2:1, 1:1 y 1:2 durante 3 hrs. cada cambio.
- Xilol puro 15 min.
- 2 baños de impregnación en parafina de 51° a 54° de fusión por 1 hr. cada uno, a temperatura constante de 58 °C.
- Inclusión en parafina.
- Cortes de tejido de 10 micras.
- Montaje.

#### 8.2.4.b. RUTINA NO. 2

- Alcohol etílico de 60°, 70° y 80° durante 1 hr.
- Alcohol etílico de 96° y absoluto con 2 cambios de 1 hr. cada uno.
- Alcohol etílico absoluto con 2 cambios de 1 hr. cada uno.
- Alcohol etílico absoluto y xilol en proporción de 1:1, 15 min.
- Xilol puro durante 15 min.

- 2 baños de impregnación en parafina de 51° a 54° de fusión durante 1 hr. cada uno, en estufa a temperatura constante de 58 °C.

- Inclusión en parafina.
- Cortes de 10 micras.
- Montaje.

### 8.2.5. TINCIONES

#### 8.2.5.a. HEMATOXILINA-EOSINA

- Xilol puro 15 min.
- Alcohol etílico absoluto de 96° y 70°, durante 15 min.
- Alcohol etílico de 50° durante 5 min.
- Hematoxilina de Harris, 40 seg.
- Virar con agua corriente, 1 min.
- Lavar con agua destilada, 1 min.
- Alcohol etílico de 50° y 70°, entrada por salida.
- Eosina alcoholica, entrada por salida.
- Alcohol de 50°, 70°, 96° y absoluto, entrada por salida.
- Xilol puro.
- Montar.

#### 8.2.5.b. TRICROMICA DE MASSON

- Xilol, 15 min.
- Alcohol etílico absoluto, 96° y 70°, 10 seg.
- Bouin Normal, 15 min. a 56 °C o durante 24 hrs. a temperatura ambiente.
- Lavar con agua corriente.
- Hematoxilina férrica, 5 min.
- Virar con agua corriente, 1 min.
- Lavar con agua destilada.
- Escarlata de Briebrich, 5 seg.
- Lavar con agua destilada.
- Solución de Acido fosfomolibdico fosfotúngstico, 15 min.
- Anilina, 5 seg.
- Lavar con agua destilada 2 veces.
- Alcohol absoluto, 96° y 70°, 5 seg.
- Xilol puro.
- Montar.

## 9.0. RESULTADOS

Los primeros resultados del presente trabajo consisten en los datos de morfometría del organismo:

- Especie: *Trichechus manatus*.
- Subespecie: *Trichechus manatus manatus*.
- Sexo: masculino.
- Longitud total, desde la punta de la nariz a la punta de la aleta caudal: 130 cms.
- Peso aproximado: 50 kg.
- Punta de la nariz al origen de la aleta pectoral: 27 cms.
- Punta de la nariz al centro del meato auditorio externo: 16 cms.
- Punta de la nariz al centro del ojo: 9 cms.
- Centro del ojo al centro del meato auditorio externo: 8.5 cms.
- Circunferencia de la distancia de ojo a ojo sobre la punta de la cabeza: 14 cms.
- Centro del ojo al centro de la abertura nasal: 8 cms.
- Longitud de la aleta pectoral, de la inserción anterior a la punta: 23 cms.
- Longitud de la aleta pectoral, de la axila a la punta: 21 cms.
- Ancho máximo de la aleta pectoral: 9.2 cms.
- Circunferencia a la altura de la axila: 38 cms.
- Punta de la nariz al centro de la abertura anal: 91 cms.
- Punta de la nariz al centro de la abertura genital: 61 cms.
- Punta de la nariz al centro del ombligo: 52 cms.
- Base de la aleta caudal, a la punta posterior: 34 cms.
- Ancho máximo de la aleta caudal: 36 cms.
- Circunferencia a la altura del ombligo: 102 cms.

De la disección, se obtuvieron muestras del tubo gastrointestinal como: estómago, ciego, intestinos delgado y grueso; así como glándulas anexas como: páncreas, hígado y vesícula biliar. Del aparato urogenital: riñón, uréter, vejiga urinaria, uretra, testículo (incluyendo al epidídimo y conducto deferente); y el pene completo. Se obtuvo el corazón; muestras de pulmón, bronquios y bronquiolos. Otras glándulas obtenidas fueron las adrenales, el timo y el bazo. Aparte, se extrajeron costillas; así como muestras del tegumento externo y médula nerviosa.

La búsqueda de parásitos se efectuó en las fosas nasales; cavidad oral; conductos digestivos; vías respiratorias y pulmones; estómago; intestinos delgado y grueso; contenidos gastrointestinales; glándulas digestivas anexas; oído y piel; así como en el aparato urogenital, sin encontrar ningún tipo de parásito macro o microscópico.

Posteriormente a los procedimientos histológicos, se realizó la descripción de los tejidos. Se hizo referencia en primer orden a la anatomía externa de cada órgano o conducto, prosiguiendo con la descripción interna y microscópica. Las descripciones de riñón, vejiga urinaria, glándula adrenal, testículo, epididimo, pene y timo, se realizaron de la periferia hacia el interior. En el caso de los conductos como el uréter, uretra y conducto deferente, se describieron partiendo del epitelio interior del tubo, hacia el exterior.

### 9.1. RINON

Los riñones de este ejemplar se localizaron en el cuadrante caudal de la cavidad abdominal, con una ligera asimetría en posición, pesos y dimensiones. Estos riñones presentaron una pseudolobulación superficial. El riñón derecho se ubicó más arriba que el izquierdo, midiendo 11.5 x 6.0 cms., con un peso de 85 grms. El riñón izquierdo midió 11.0 x 6.5 cms., pesando 95 grms. El par de riñones de la hembra cría de 140 cms. de longitud corporal, presentaron una lobulación superficial evidente, con las siguientes dimensiones: riñón izquierdo, 15.3 x 7.0 cms. y el derecho, de 14.0 x 7.0 cms.

En el Cuadro 2 se pueden apreciar las longitudes promedio del par de riñones de 2 crías (un macho y una hembra), de la subespecie *T. m. manatus*; con 13.7 y 11.2 cms. respectivamente. Se incluyen los datos de las longitudes de los riñones de varios individuos de las subespecies *T. m. latirostris* y *T. m. manatus*, informadas por varios autores como: la longitud de un adulto de *T. m. manatus*, informada por Murie (1872; citado por Ronald et al. 1978), siendo de 12.7 cms. Chapman (en Petit, 1924; citado por Ronald et al., op. cit.); presentó la longitud del riñón de un individuo adulto, con 15.3 cms. Por último, las longitudes renales promedio de 2 individuos adultos de *T. m. latirostris*, midiendo en ambos ejemplares 15.3 cms. (Beddard (1897; citado por Ronald et al. 1978).

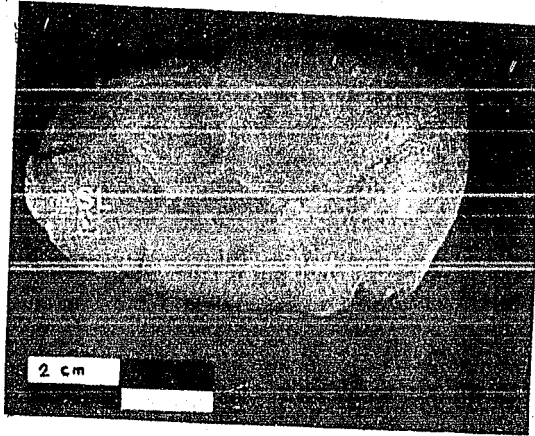
Cuadro 2. Comparación entre las longitudes de riñones de *T. m. manatus* y *T. m. latirostris*, informadas por varios autores.

Especie	Clase de Edad	Longitud (cms)	Fuente
<i>T. m. manatus</i>	adulto	12.7	Murie (1872; citado por Ronald et al. 1978).
<i>T. m. manatus</i>	adulto	15.3	Chapman (en Petit 1924; citados por Ronald et al. 1978).
<i>T. m. manatus</i>	cria	13.7	Este trabajo.
<i>T. m. manatus</i>	cria	11.2	Este trabajo.
<i>T. m. latirostris</i>	adulto	15.3	Beddard (1897; citado por Ronald et al. 1978).

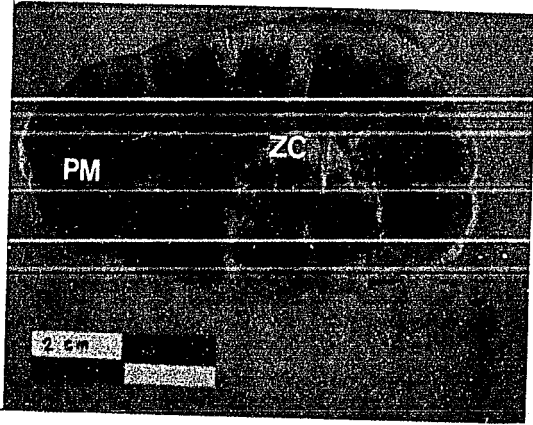
Los riñones de las dos crías de *T. m. manatus* del presente trabajo, presentaron una forma ovalada con el polo craneal más angosto que el caudal; un aplanamiento dorsoventral característico y en el macho, un grosor promedio de 1.83 cms.; en este mismo individuo, el riñón presentó superficialmente una pseudolobulación discreta constituida por 14 unidades ligeramente abultadas y delimitadas por hundimientos suaves (Fig.16). En cambio, la cría hembra presentó un promedio de 10 unidades de lóbulos externos; algunos más separados entre sí que otros (Fig. 22).

En el Cuadro 3, se muestran las diferencias en la lobulación renal externa en las 3 especies de *Trichechus* y en *Dugong*. Petit (1925; citado por Petit, 1955), informó acerca de 4 casos de lobulación renal externa en *T. senegalensis*: 1 feto, sin lobulación; 2 juveniles, donde 1 presentaba una lobulación evidente y profunda y el otro una lobulación ligera y difusa; también describió a 1 adulto, con una lobulación renal más aparente en la región anterior. Para *T. m. latirostris*, Beddard (1897; citado por Petit, *op. cit.*), compara 3 casos: 2 individuos juveniles que no presentaban lobulación renal externa y 1 adulto con lobulación evidente. En *T. inunguis*, Pelz (citado por Petit, *op. cit.*), describió los riñones de 2 individuos juveniles, carentes de lobulación. De los riñones de las 2 crías de *T. m. manatus* del Estado de Tabasco, 1 individuo presentó una





A



B

Fig. 16. Riñón de la cría macho de Trichechus manatus del Estado de Tabasco, México. A) Vista dorsal del riñón izquierdo, mostrando los seudolóbulos (SL). La porción izquierda corresponde al polo craneal del riñón. B) Corte longitudinal a lo largo de la línea dorsoventral del riñón, mostrando las 6 pirámides medulares (PM) y la extensa zona cortical (ZC).

lobulación aparente y el otro, una lobulación definida y profunda; Murie (1872, citado por Harrison y King, 1980), describió a un juvenil con una lobulación superficial). Un individuo adulto observado por Vrolik (1852; citado por Petit, 1955), presentó una lobulación superficial; y Chapman (1875; citado por Petit, *op. cit.*), también observó a un individuo adulto sin lobulación externa alguna. Por otro lado, Petit (1955), también observó riñones de un feto y un adulto de *Dugong*, los cuales ninguno de los dos presentó una lobulación superficial.

Cuadro 3. Comparación en la lobulación renal externa en los riñones del Género *Trichechus*, y en el Género *Dugong*.

Especie	Lobulación renal	Clase de edad	Autor
<i>T. senegalensis</i>	sin	feto	Petit (1955).
<i>T. senegalensis</i>	evidente	juvenil	Petit (1955).
<i>T. senegalensis</i>	difusa	juvenil	Petit (1955).
<i>T. senegalensis</i>	evidente	adulto	Petit (1955).
<i>T. m. latirostris</i>	sin	juvenil	Beddard (1897; en Petit, 1955).
<i>T. m. latirostris</i>	sin	juvenil	Beddard (1897; en Petit, 1955).
<i>T. m. latirostris</i>	evidente	adulto	Beddard (1897; en Petit, 1955).
<i>T. m. manatus</i>	superficial	adulto	Vrolik (1852; en Petit, 1955).
<i>T. m. manatus</i>	superficial	juvenil	Murie (1872; en Ronald et al. 1978).
<i>T. m. manatus</i>	sin	adulto	Chapman (1875; en Petit, 1955).
<i>T. m. manatus</i>	evidente	cría	Este trabajo.
<i>T. m. manatus</i>	superficial	cría	Este trabajo.
<i>T. inunguis</i>	sin	juvenil	Pelz (en Petit, 1955).
<i>T. inunguis</i>	sin	juvenil	Pelz (en Petit, 1955).
<i>D. dugong</i>	sin	feto	Petit (1955).
<i>D. dugong</i>	sin	adulto	Petit (1955).

La cápsula renal que cubría a los riñones de la cría macho, era delgada y de fácil desprendimiento, midiendo 67.32 micras; no había tabiques de tejido fibroso capsular que penetraran al interior del órgano.

En el nivel medio inferior de la cara ventral del órgano se localizó al hilio poco profundo y ligeramente desplazado del centro. A los lados del hilio se encontraron 2

hundimientos pronunciados que cruzaban perpendicularmente al eje longitudinal del órgano sin formar verdaderos lóbulos.

La salida del uréter y la de la vena renal, en ambas crías de éste estudio, se efectuaba a través del hilio central y poco profundo de manera normal; y realizándose de igual forma, la entrada de la arteria renal. La posición del hilio en el género *Trichechus*, muestra variaciones, como las presentadas en el Cuadro 4, donde: Beddard (1897, 51; citado por Ronald et al. 1978), describió la posición del hilio en un individuo juvenil de *T. m. latirostris*, situado cerca del borde del riñón; y el de un espécimen adulto, se ubicaba en un costado. Beddard (1897; citado por Ronald et al. op. cit.), también describió la posición del hilio en un juvenil de *T. inunguis*, también situado en un costado del riñón. Petit (1924 b; citado por Ronald et al. op. cit.), describió al hilio de *T. senegalensis* como un seno profundo y alargado. Para *T. manatus*, Murie (1872 a; citado por Ronald et al. op. cit.), describió al hilio como poco profundo.

Cuadro 4. Comparación en la posición y características del Hilio renal en el género *Trichechus*, informados por varios autores.

Especie	Clase de Edad	Posición y Característica	Fuente
<i>T. m. latirostris</i>	juvenil	borde del riñón	Beddard (1897, 51; citado por Ronald et al. 1978).
<i>T. m. latirostris</i>	adulto	en un costado	Beddard (1897, 51; citado por Ronald et al. 1978).
<i>T. inunguis</i>	juvenil	en un costado	Beddard (1897, 51; citado por Ronald et al. 1978).
<i>T. senegalalensis</i>	-	poco profundo y alargado	Petit (1924; citado por Ronald et al. 1978).
<i>T. manatus</i>	-	poco profundo	Murie (1872; citado por Ronald et al. 1978).
<i>T. manatus</i>	cria	central, ventral y poco profundo	Este trabajo
<i>T. manatus</i>	cria	central, ventral y poco profundo	Este trabajo

A través de un corte longitudinal en el riñón de la cria macho, se observó una lobulación interna, constituida por 6 cuerpos o pirámides medulares de color oscuro, rodeados completamente por la sustancia cortical de color más claro (Fig. 16). Las 4 pirámides medulares laterales presentaron en la base una forma semejante a un abanico doble y estriado; mientras que la papila renal era redondeada. Los 2 cuerpos medulares situados en los extremos o polos del riñón eran de mayor tamaño, presentando un triple abanico en la base y las papilas también redondeadas. La suma de los abanicos coincidió con el número de protuberancias suaves formadas en la superficie externa del riñón, confiriéndole el aspecto de semilobulación (Fig. 16).

Las bases estriadas de las pirámides se proyectaban hacia la sustancia cortical conformando la zona corticomedular, mientras que las papilas renales se comunicaban a través de los cálices menores al cáliz mayor. Los cálices menores eran pequeñas quedades sobre las paredes internas del cáliz mayor constituido por tejido muscular liso. El cáliz mayor se extendía a lo largo del riñón, situándose más cerca de la región ventral del órgano.

Con las observaciones histológicas, se encontró que el área cortical estaba constituida por tejido conjuntivo laxo que variaba en cantidad, dependiendo de la zona de que se tratase: era escaso en la zona cortical superior (Fig. 17); aumentaba en las regiones laterales o pirámides de Bertin; y era aún más abundante en la zona profunda o central del riñón.

En la zona cortical superior se observaron numerosos lobulillos renales atravesados en su parte central por los haces medulares. Estos haces estaban constituidos por los tubos colectores que se proyectaban desde la sustancia medular. Algunos de los haces se prolongaban casi hasta la cápsula renal. El número y longitud de los haces o rayos medulares en las zonas laterales o columnas de Bertin, disminuía; sin embargo, algunos haces se comunicaban o continuaban con los de la pirámide medular contigua, atravesando a la pirámide de Bertin (Fig. 18). En la zona cortical central o profunda, los rayos medulares eran muy escasos.

Dentro del tejido conjuntivo cortical se encontraban los glomérulos de Malpigi. Presentaron el típico arreglo de pequeños capilares anastomosados dentro de la cápsula de Bowman (Fig. 17). Tanto las paredes de los glomérulos como los de los espacios de la cápsula de Bowman, estaban revestidos por epitelio plano simple. La distribución de los glomérulos variaba según la situación: eran más abundantes en la zona cortical superior, disminuían hacia la zona lateral y se tornaban escasos en la zona profunda. Las estructuras denominadas mácula densa se pudieron observar en las bases de algunos glomérulos (Fig. 18).

Los diámetros promedio de los glomérulos variaban dependiendo de su ubicación. A los glomérulos más alejados del cuerpo medular se les denominó arbitrariamente periféricos y a los contiguos a la pirámide, corticomedulares. Los diámetros promedio de mayor a menor tamaño estuvieron como sigue: 1) glomérulos periféricos de la corteza profunda con 136.62 micras; 2) glomérulos corticomedulares de la corteza superior con 112.86 micras; 3) glomérulos corticomedulares de la corteza profunda, 107.41 micras; 4) glomérulos periféricos superiores 101.92 micras; 5) glomérulos corticomedulares laterales, 93.06

micras y 6) los glomérulos periféricos laterales, 90.09 micras (Cuadro 5).

Cuadro 5. Diámetros Promedio de los Glomérulos de Malpigi medidos en el riñón del ejemplar macho de *T. m. manatus* en estudio.

Tipo de glomérulos	Diám. promedio en micras	No. de medidas
Periféricos en la corteza profunda	136.62	20
Corticomedulares de corteza superior	112.82	20
Corticomedulares de corteza profunda	107.41	20
Periféricos de corteza superior	101.92	20
Corticomedulares laterales	93.06	20
Periféricos laterales	90.06	20

Otras estructura renales observadas fueron los túbulos contorneados distales y proximales. Estos túbulos estaban constituidos por un número promedio de 6 a 7 células cúbicas con núcleos grandes y centrales con cromatina granulosa periférica. Las diferencias entre los dos tipos de túbulos, radicaron básicamente en el tipo de lumen: en los distales, la luz era amplia y clara; mientras que los proximales la tenían obliterada o poco clara. Los diámetros promedio de los túbulos proximales midieron 94.05 micras y los distales, 74.25 micras.

La distribución de dichos túbulos era heterogénea: en algunos sitios de la corteza superior se encontraron ambos tipos de túbulos diseminados homogéneamente en el tejido conjuntivo laxo de la corteza; así también se encontraron tubos distales y proximales dispuestos en acumulaciones compactas de forma circular (Fig. 19). Dentro de estas acumulaciones no se encontraron glomérulos de Malpigi. Los diámetros promedio de los túbulos fuera de las asociaciones midieron de 38.94 micras, mientras que los de las acumulaciones midieron menos, con 35.55 micras.

Dentro del tejido conjuntivo de la zona cortical se encontraron las vénulas y arteriolas glomerulares e interlobulillares; numerosos capilares de diferente calibre y las arterias arciformes pareadas, se disponían en las cercanías de la región superior, lateral e inferior de las pirámides medulares.

Para su descripción, la zona medular se puede dividir en 2: en la zona estriada constituida por los haces medulares y la sustancia medular en sí, con una región superior,

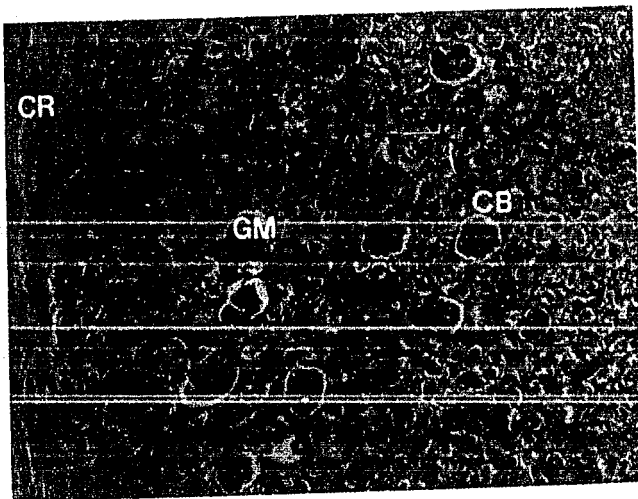


Fig.17. Zona cortical superior del riñón del ejemplar de *Trichechus manatus* en estudio. A la izquierda se aprecia la cápsula renal, constituida por fibras de colágena (CR). Los glomerulos de Malpigi (GM), están rodeados por la cápsula de Bowman (CB). Técnica de H-E. Fotomicrografía en campo claro con aumento de objetivo y octobar de 2.5 x 4; con una ampliación de 3x. Aumento total de 18.0 x.

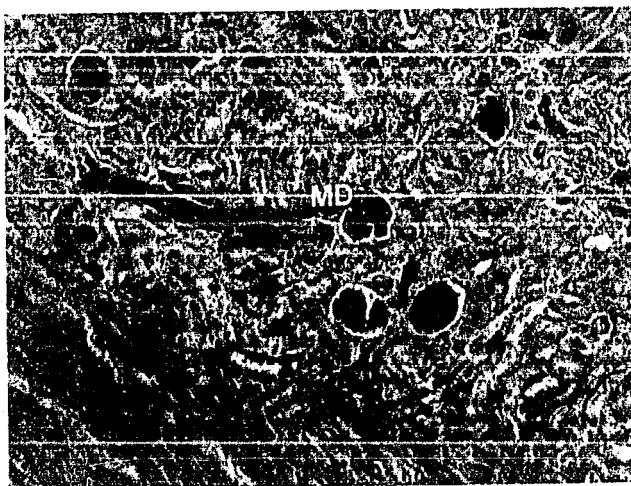


Fig. 18 La macula densa (MD), es una estructura constituida por la asociación de un túbulo distal en sinapsis con un polo vascular del glomérulo. Técnica de H-E. Foto en campo claro, con un aumento de objetivo y octobar de 6.3 x 4; con ampliación de 3x. Aumento total de 75.6 x.

central y profunda que incluye al contorno inferior o papila renal.

Como se mencionó anteriormente, los haces medulares surgían del cuerpo medular, proyectándose de manera prolongada en la corteza superior. Los haces iban disminuyendo en número y tamaño en la región lateral de la corteza o columna de Bertin. En ésta zona, algunos haces parecían comunicarse o continuarse con los de los cuerpos medulares contiguos. Los haces o rayos medulares estaban constituidos por tubos colectores rodeados por escaso tejido conjuntivo, fibras de colágena, Asas de Henle y algunas células intersticiales en forma de huso con núcleos aplanados y cromatina granulosa dispersa. Los tubos colectores estaban formados por células cúbicas con núcleos grandes centrales y cromatina granulosa dispersa.

El diámetro y número de los tubos colectores variaba dependiendo de su situación: los tubos en los haces medulares eran menos numerosos y sus diámetros promedio eran mayores a los encontrados en la sustancia medular. Los diámetros de los tubos en los haces medulares ubicados más lejos del cuerpo medular median 44.2 micras; los diámetros de los tubos en los rayos medulares ubicados en la región yuxtamedular median menos, 38.9 micras. Eran más numerosos los tubos colectores en la sustancia medular superior, pero sus diámetros eran menores, midiendo 16.6 micras. El número de tubos iba disminuyendo paulatinamente conforme se descendía a la zona central y profunda de la sustancia medular (Cuadro 6).

Cuadro 6. Diámetros promedio de los Tubos Colectores medidos en el riñón del *Trichechus manatus manatus* en estudio.

Ubicación de los tubos colectores	Diám. promedio en micras	No. de medidas
En haces situados en la corteza sup.	44.2	20
En haces en la zona corticomédular	38.9	20
En sustancia medular superior	16.6	20

La sustancia medular se caracterizó por la abundancia de tejido conjuntivo laxo que rodeaba a las Asas de Henle, a los tubos colectores y a los numerosos capilares de pequeño calibre.



Las Asas ascendentes y descendentes de Henle estaban constituidas por células cúbicas con núcleos centrales grandes. El número de Asas disminuía conforme se descendía hacia la zona central y profunda de la sustancia medular, aumentando notablemente el tejido conjuntivo laxo y los numerosos capilares de pequeño calibre (Fig. 21).

En el extremo inferior de la sustancia medular se ubicó a la papila renal; estaba constituida por un epitelio de transición con 2 a 3 capas de células (Fig. 21).

## 9.2. URETER

En la anatomía externa y macroscópica del riñón, se apreció la situación ventral del uréter en el hilio renal. El uréter presentó un ensanchamiento a la salida, para angostarse posteriormente y mantener un diámetro uniforme de 1.5 mm. a lo largo de su trayecto. La conexión del par de conductos ureterales con la vejiga urinaria, se realizó en los extremos laterales superiores (Fig. 22).

La luz estrellada del uréter estaba constituida por un epitelio de transición de 2 a 3 capas celulares. Sus células eran globosas con núcleos grandes y cromatina dispersa (Fig. 23 a y 23 b). Dicho epitelio se ubicó sobre una lámina basal delgada y una lámina propia amplia de tejido conjuntivo. Por debajo de la lámina propia se encontraron 2 capas de músculo liso: una capa interna circular amplia y una capa longitudinal externa más delgada (Fig. 24).

## 9.3. VEJIGA URINARIA

La anatomía externa de la vejiga urinaria, tenía una forma semiglobosa y las siguientes dimensiones: 8.0 x 4.0 cms. La cápsula externa de la vejiga estaba constituida por una capa densa de colágena. Las paredes gruesas del órgano estaban constituidas por dos capas musculares: una capa longitudinal externa delgada y una circular interna muy amplia, constituida por paquetes musculares de diferentes tamaños y formas (Fig. 25 y 26a). Posteriormente se encontró una submucosa amplia altamente vascularizada (26 b). La mucosa de la vejiga estaba constituida por un epitelio de transición con células poliédricas.

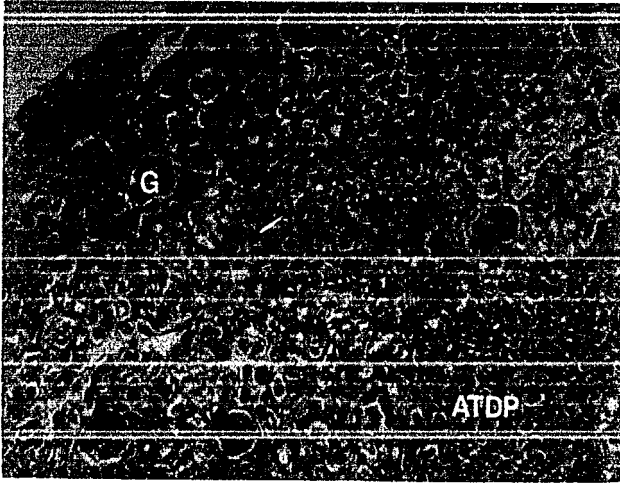


Fig. 19. Asociaciones de túbulo distales y proximales en la corteza superior del riñón (ATDP), encontradas en la cría macho de *Trichechus manatus manatus*. Estas asociaciones estaban rodeadas por túbulo libres y glomerulos (G). Técnica H-E. Fotomicrografía en campo claro, con aumentos de ocular, octobar y ocular de proyección de 6.3 x 2 x 3.2; con ampliación de 3x. Aumento total de 120.96 x.

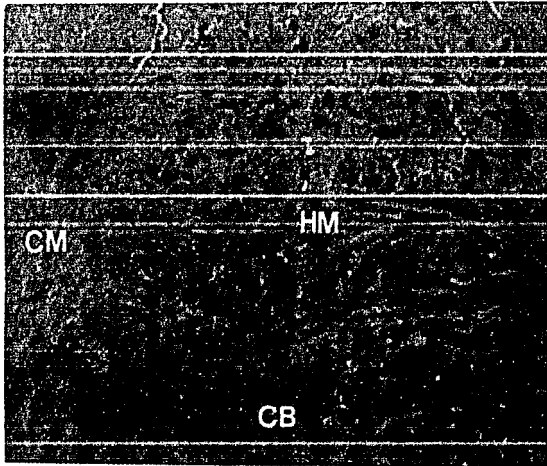


Fig. 20. Columna de Bertin (CB) del riñón de la cría macho, donde se aprecian algunos haces medulares (HM) en aparente comunicación. Estos rayos medulares partían de 2 cuerpos medulares contiguos (CM). Foto en campo claro, con aumento de objetivo y octobar de 4 x 4; y una ampliación de 3x. Aumento total de 48 x.

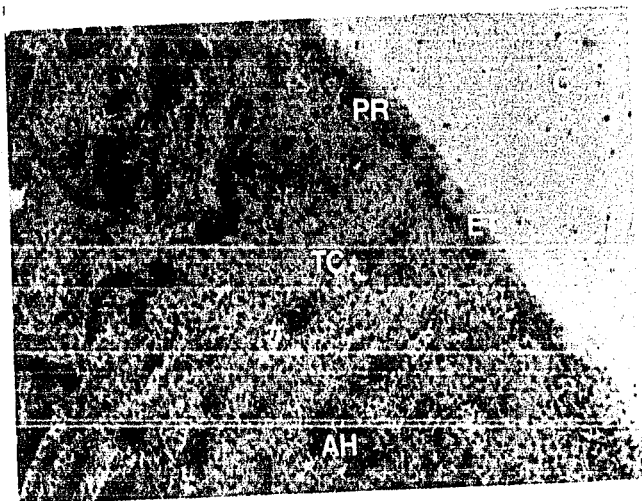


Fig. 21. Zona profunda de la médula renal de la cría macho. El tejido conjuntivo era abundante (TC); y el número de Asas de Henle (AH) disminuía conforme se descendía a la papila renal (PR). La papila renal está constituida por 2 ó 3 capas de epitelio de transición (ET). En el extremo superior derecho se ubica el cáliz (C). Técnica de H-E. Fotomicrografía en campo claro, con aumentos de objetivo y octobar de 6.3 x 4; y una ampliación de 3 x. Aumento total de 75.6 x.

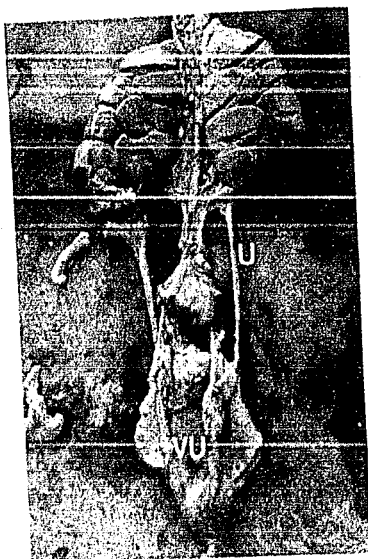


Fig. 22. Conexión de los uréteres (U), en la hembra cría de *T. m. manatus*. Los uréteres parten de la región ventral de los rífonos, conectándose en la porción superior lateral de la vejiga urinaria (VU).

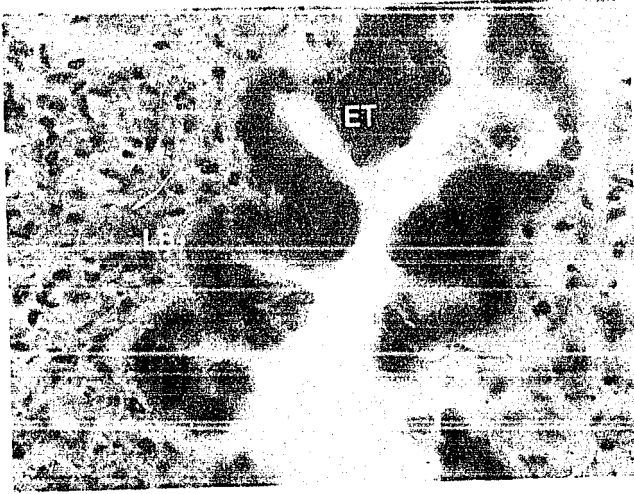


Fig. 23 a. Luz estrellada del uréter, constituido por un epitelio de transición (ET) de células globosas; y una lámina basal amplia (LB). Técnica de H-E. Fotomicrografía en campo claro, con aumentos de objetivo y octobar de 16 x 4; y una ampliación de 3 x. Aumento total de 132 x.

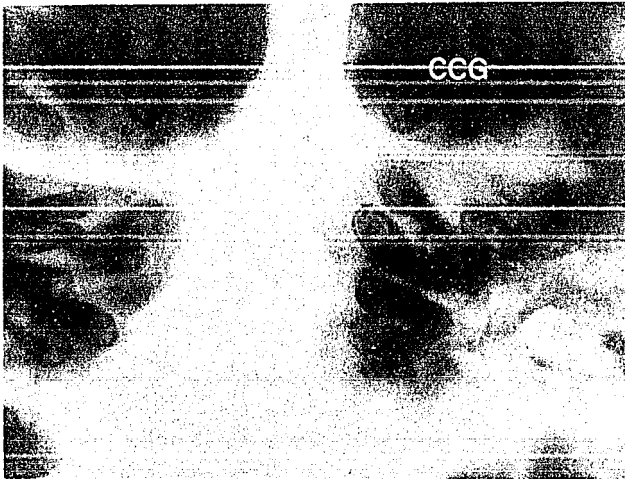


Fig. 23 b. Células columnares globosas (CCG) de la luz del uréter. Los núcleos son basales y la cromatina dispersa. Técnica H-E. Fotomicrografía en campo claro, con aumentos de objetivo y octobar de 2.5 x 4; y una ampliación de 3 x. Aumento total de 30.0 x.

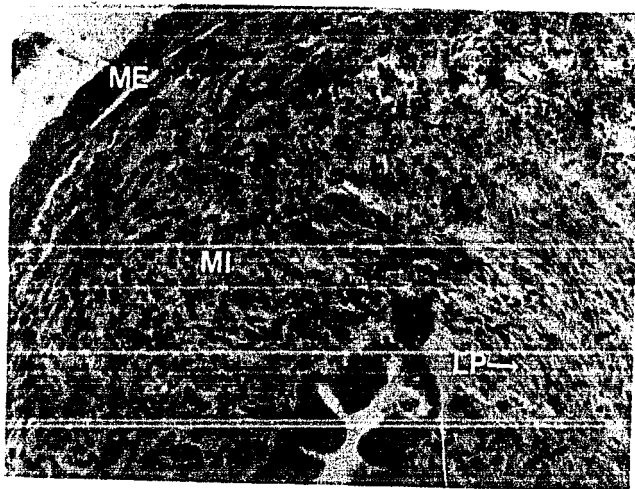


Fig. 24. Capas musculares del conducto ureteral. Por debajo de la lámina propia (LP), se encuentra la capa muscular circular interna (MI); y una capa muscular longitudinal externa (ME), más delgada que la anterior. Técnica de H-E. Fotomicrografía en campo claro, con aumentos de objetivo y octobar de 16 x 4; y una ampliación de 3 x.

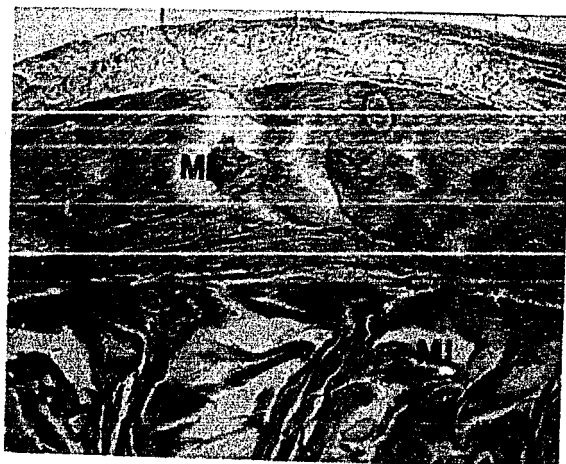


Fig. 25. Capas musculares de la pared de la vejiga urinaria. Una capa circular externa (ME); y una longitudinal interna (MI). Fotomicrografía en campo claro, con aumentos de objetivo y octobar de 2.5 x 4.

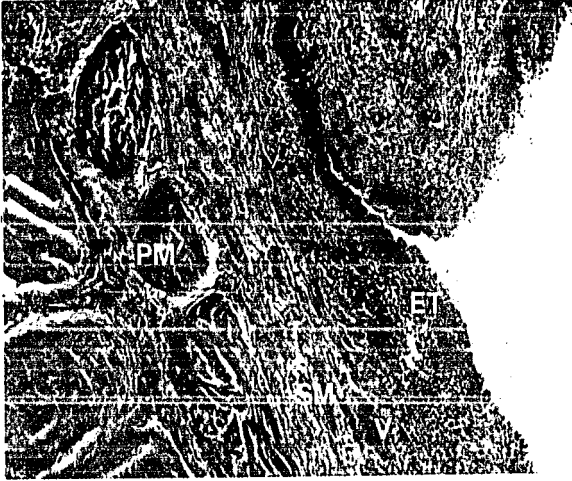


Fig. 26 a. La vejiga urinaria presenta un epitelio de transición (ET), de tipo escamoso. La submucosa (SM), es una región amplia y vascularizada (V). Los paquetes musculares (PM), están rodeados por tejido conjuntivo y capilares. Técnica tricrómica de Masson. Fotomicrografía en campo claro, con aumentos de objetivo, octobar y ocular de 6.3 x 1.6 x 3.2; y una ampliación de 3 x. Aumento total de 96.77 x.

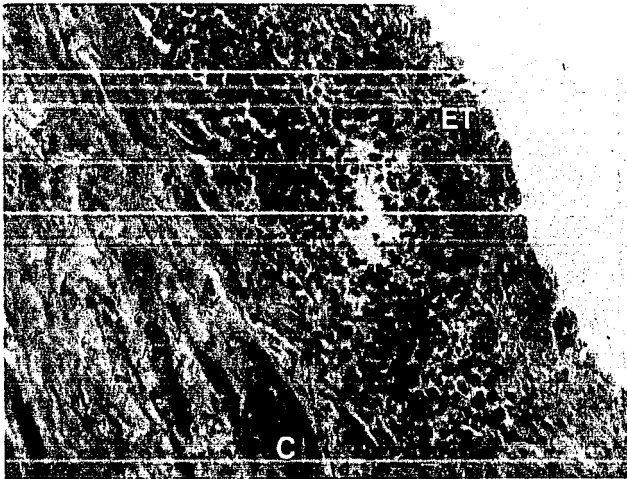


Fig. 26 b. Epitelio de transición (ET) con células escamosas superficiales. La submucosa vascularizada con capilares de buen calibre (C). Técnica tricrómica de Masson. Foto en campo claro, con aumentos de objetivo, octobar y ocular de 16 x 1.6 x 3.2 y una ampliación de 3 x. Aumento total de 245.76 x.

#### 9.4. GLANDULA ADRENAL

El par de glándulas adrenales eran de color café oscuro y se localizaron en el extremo cefálico de cada riñón. Su forma era de huso (Fig. 27), con un aplastamiento dorso-ventral. Los pesos y medidas del par de glándulas fueron los siguientes: la glándula izquierda midió 4.2 x 1.2 cms., con un peso de 1.3 grms.; y la derecha midió 3.0 x 1.5 cms., con un peso de 1.0 grms. (Cuadro 7).

Cuadro 7. Medidas y pesos del par de glándulas adrenales medidas en el ejemplar de *T. m. nanatus* en estudio.

-----  
 Glándula izquierda: 4.2 x 1.2 cm., con un peso de 1.3 grms.  
 Glándula derecha : 3.0 x 1.5 cm., con un peso de 1.0 grms.  
 -----

Al realizar un corte transversal en la región media de la glándula, se distinguieron claramente: una capa muscular envolvente; la cápsula de la glándula; la zona cortical y la sustancia medular.

La glándula estaba cubierta por una capa externa de músculo liso con algunos capilares de diferente calibre. Por debajo del músculo se encontró una amplia capa de tejido conjuntivo fibroso que midió 778.63 micras, irrigada por algunos vasos sanguíneos de diferente calibre.

El tejido capsular emitía trabéculas de fibras de colágena hacia el interior de la corteza, confiriéndole un aspecto de semilobulación. Estas fibras podían ser de diferente grosor y algunas se continuaban hasta una estructura de tejido conjuntivo en forma de malla situada en la periferia de la médula.

La corteza era una zona amplia de color claro que midió 894.46 micras. Se distinguieron las 3 regiones corticales constituidas por un mismo tipo celular, diferenciadas por una mayor o menor concentración celular. Las células eran esféricas y globosas, con un diámetro promedio de 9.55 micras; sus núcleos eran grandes, centrales y periféricos con cromatina densa en algunas y laxa en otras.

La zona glomerular se disponía en la periferia de la glándula midiendo en promedio 316.31 micras. Sus células se encontraban agrupadas de manera compacta semejando racimos, donde los límites celulares eran poco precisos. Estas agrupaciones estaban rodeadas por escaso tejido conjuntivo laxo y separadas por trabéculas muy finas de colágena que provenían de la cápsula (Fig. 28).

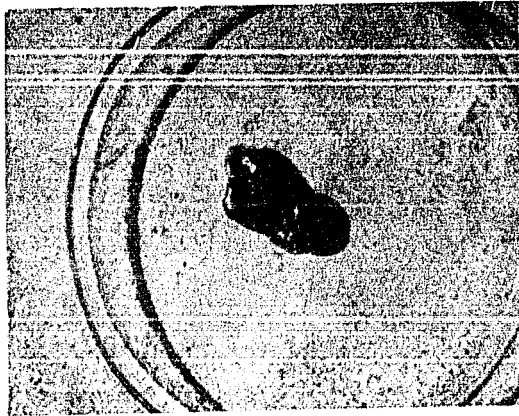


Fig. 27. Glándula adrenal derecha del macho de Trichechus manatus manatus. Su forma es de huso irregular y de color café oscuro cuando fresca. Sus dimensiones fueron de 3.0 x 1.5 cms.; con un peso de 1.0 grms.

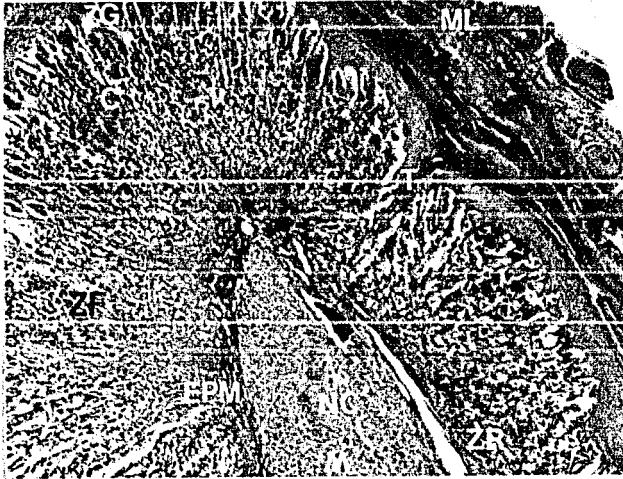


Fig. 28. La glándula adrenal está cubierta por una amplia capa de músculo liso (ML), evidente en el extremo superior derecho. Le continúa una capa de colágena que emite trabéculas hacia el interior (T). En la región cortical (C), se aprecian la zona glomerular (ZG); La zona fascicular (ZP); y la zona reticular (ZR); se aprecia un enmallado perimedular fibroso (EPM); y la médula (M), constituida por "nidos" celulares (NC). Técnica Tricrómica de Masson. Fotomicrografía en campo claro, con aumentos de objetivo y octobar de 2.5 x 4; y una ampliación de 3 x. Aumento total de 30 x.



La región fascicular fué la zona más amplia de las tres capas corticales, midiendo 512.32 micras. Los espongocitos tenían un arreglo columnar, rodeados por escaso tejido conjuntivo laxo (Fig. 29).

La región reticular fué la más reducida, midiendo 65.83 micras. Esta región se pudo distinguir únicamente por el arreglo denso de sus células, confiriéndole a la región una coloración más oscura (Fig. 29).

Se observó una zona perimedular entre la zona reticular y medular, constituida por un enmallado de fibras de colágena con proyecciones largas; éstas podían conectarse con las fibras de colágena emitidas desde la cápsula. En la periferia de algunos espacios se observó tejido adiposo y algunas células agrupadas, semejantes a las parenquimatosas de la médula (Fig. 30).

La forma ovoide de la zona medular midió 100 x 44 micras. Las células parenquimatosas esféricas tenían sus límites celulares poco precisos, disponiéndose en agrupaciones o nidos separados por fibras finas de colágena (Fig. 30). Estas células midieron en diámetro promedio 9.4 micras; sus núcleos eran grandes y centrales, midiendo en promedio 6.45 micras; la cromatina se encontró tanto en forma densa como laxa.

Dentro de la médula el tejido intercelular era escaso; había vasos sanguíneos de gran calibre y una arteria grande que corría por el centro de la sustancia medular.

#### 9.5. TESTICULO

Los testículos intrabdominales del manatí se localizaron en una posición caudal y lateral con respecto a los riñones. Su forma era ovoide; y en las caras laterales dorsales, emergía el epididimo. Ambos órganos presentaron una ligera asimetría en sus pesos y dimensiones. Los pesos de los testículos fueron calculados junto con el epididimo y la túnica albugínea.

Cuadro 8. Medidas y pesos de los testículos del ejemplar de *Trichechus m. manatus*.

-----  
 Testículo izquierdo: 5.0 x 2.4 cm., pesando 8.2 grms.  
 Testículo derecho : 4.0 x 2.5 cm., pesando 7.1 grms.  
 -----

Por medio de un corte transversal en la región media del testículo izquierdo, se observó una túnica albugínea extensa; estaba constituida por una capa de fibras de colágena, íntimamente relacionada con una zona del mismo tejido; y diferenciada por su alta vascularización. La túnica se prolongó hacia el interior del testículo, formando divisiones o septos denominados *mediastinum testis*. Estos septos rodeaban a múltiples paquetes de diferentes tamaños, constituidos por tejido conjuntivo laxo o tejido intertubular. Dentro de éstos paquetes se encontraban los numerosos tubos seminíferos. Contenidos dentro del mismo tejido, se observaron algunas células de Leydig, con un citoplasma amplio de color claro y núcleos grandes (Fig. 31).

La mayoría de los túbulos seminíferos presentaban una luz obliterada; los túbulos seminíferos de luz abierta tuvieron un diámetro promedio de 57.67 micras. Estos túbulos estaban rodeados por células mioideas (Fig. 32). Se disponían sobre la membrana basal las espermatogonias, con escaso citoplasma y núcleos grandes; sus límites celulares eran poco precisos y sus diámetros promedio fueron aproximadamente de 3.41 micras. (Fig. 33).

#### 9.6. EPIDIDIMO

Adyacente a la cara dorsolateral de cada testículo, se encontró un epididimo altamente contorneado, pesando un tercio (2.7 grms.) del peso total del testículo (8.2 grms.).

A partir de un corte transversal en la sección media del epididimo, se apreció una cápsula de tejido conjuntivo fibroso que midió en promedio 1029.7 micras. Esta cápsula estaba irrigada por arterias y venas de gran calibre. Continuaba una capa longitudinal externa de músculo liso, vascularizada por capilares de gran calibre. La lámina propia estaba constituida por abundante tejido conjuntivo laxo y vasos de menor calibre. Este tejido rodeaba a los numerosos paquetes de tejido conjuntivo denso que contenían de dos a más conductos. Se observaron conductos tanto de luz obliterada como con luz amplia; los de luz amplia midieron en diámetro promedio 375.21 micras (Fig. 34). Los conductos presentaron un epitelio pseudoestratificado cilíndrico aciliado; con escaso citoplasma celular y núcleos basales. En ninguna luz se encontraron espermatozoides (Fig. 34).

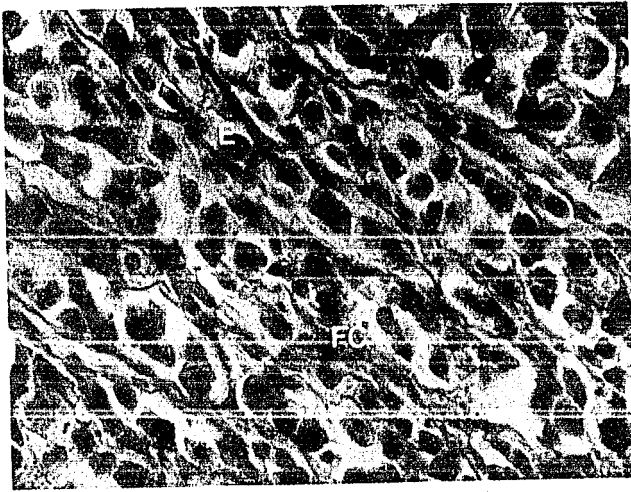


Fig. 29. La zona fascicular de la glándula adrenal, fué la más amplia de las tres zonas corticales. Se muestra el arreglo columnar de los espongocitos (E), separados por finas fibras de colágena que provienen de la cápsula (FC). Técnica Tricrómica de Masson. Foto en campo claro, con aumentos de objetivo y octobar de  $40 \times 4$ ; y una ampliación de  $3 \times$ . Aumento total de  $480 \times$ .

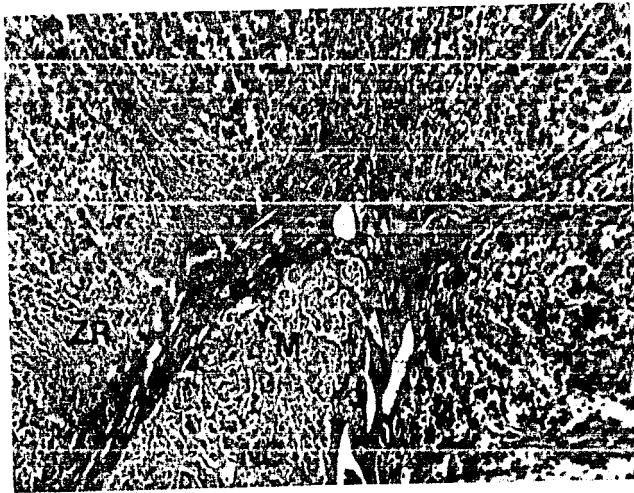


Fig. 30. Estructura de enmallado entre la zona reticular (ZR) y la medular (M). Dentro de la zona medular, con dimensiones de  $100 \times 44$  micras, se aprecian las células medulares dispuestas en agrupaciones o nidos (NC), separados por fibras de colágena. Técnica Tricrómica de Masson. Foto en campo claro, con aumentos de objetivo y octobar de  $6.3 \times 4$ ; y una ampliación de  $3 \times$ . Aumento total de  $75.6 \times$ .

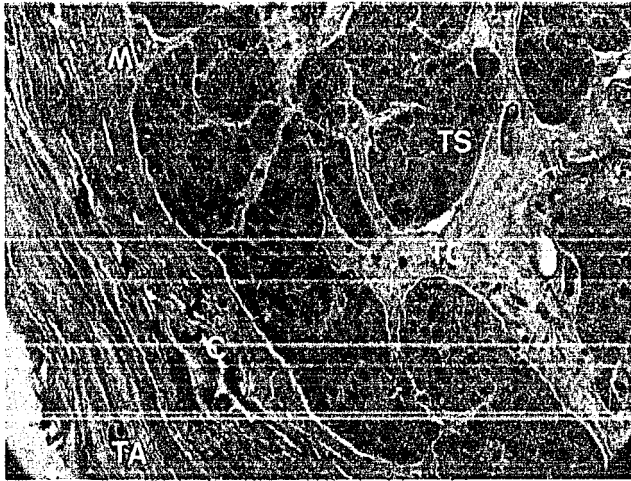


Fig. 31. Corte transversal medio del testículo de la cría de Trichechus manatus. La túnica albugínea (TA) estaba constituida por fuertes fibras de colágena. En su porción interna, se encontraba altamente vascularizada por capilares de diferente calibre (C). En el interior del órgano se forman tabiques del mediastino (M) vascularizado. El mediastino rodea y separa a los numerosos paquetes de tejido conjuntivo (TC), donde están contenidos los túbulos seminíferos (TS). Técnica H-E. Foto en campo claro, con aumentos de objetivo y octobar de  $2.5 \times 4$ ; y una ampliación de  $3 \times$ . Aumento total de  $30 \times$ .

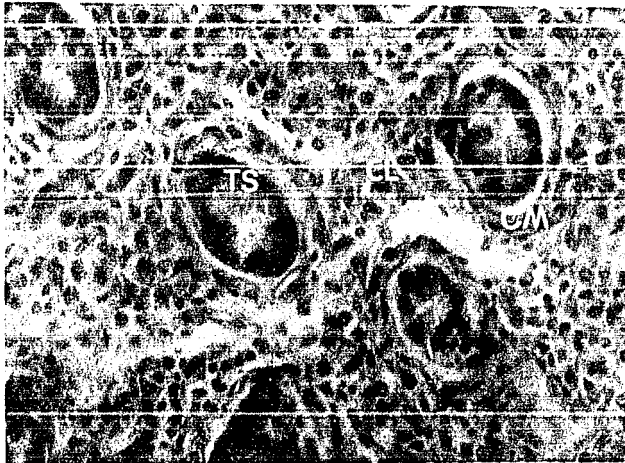


Fig. 32. Túbulos seminíferos (TS) de luz abierta. Cada túbulo está rodeado por células mioideas (CM). Dentro del tejido extracelular, se encuentran algunas células de Leydig (CL). Técnica H-E. Foto en campo claro, con aumentos de objetivo y octobar de  $1.25 \times 4$ ; y una ampliación de  $3 \times$ . Aumento total de  $15.0 \times$ .

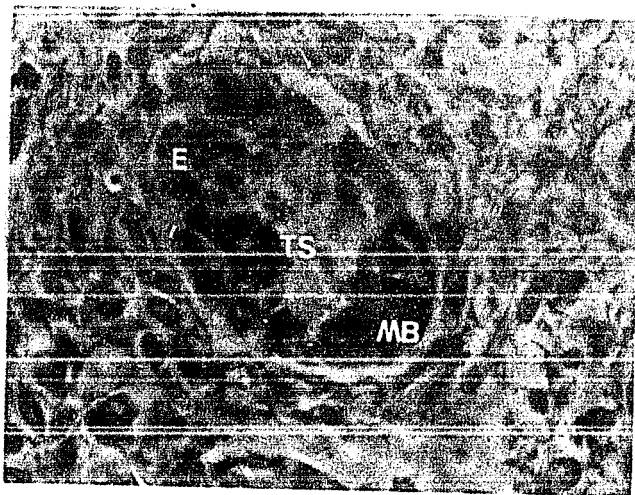


Fig. 33. Túbulo seminífero (TS), rodeado por epitelio plano simple. Las espermatogonias (E), tenían sus límites celulares poco precisos. Las espermatogonias se encontraban asentadas sobre una membrana basal delgada (MB). Técnica H-E. Foto en campo claro, con aumentos de objetivo y octobar de 40 x 4; y una ampliación de 3 x. Aumento total de 480 x.

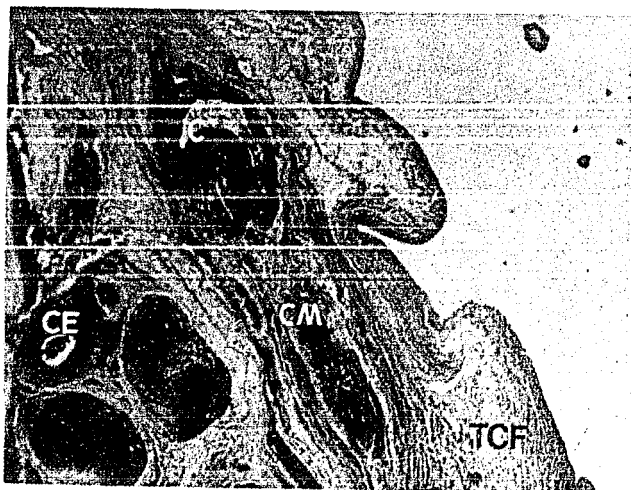


Fig. 34. Corte transversal al nivel medio del epidídimo, en la cría de Trichechus manatus. En el extremo derecho se aprecia la amplia cápsula de tejido conjuntivo fibroso (TCF). La capa muscular (CM) estaba irrigada por numerosos capilares de diferente calibre (C). Los conductos epididimales (CE) con luz amplia, mostraron un epitelio seudoesratificado sin estereocilios. Técnica H-E. Foto en campo claro, con aumentos de objetivo y octobar de 6.3. x 4; y una ampliación de 3 x. Aumento total de 75.6 x.

### 9.7. CONDUCTO DEFERENTE

La región caudal del epididimo se tornó recta para formar al conducto deferente que midió 12 cms. de longitud total, manteniendo un diámetro uniforme de 3 mm.

Al realizar un corte transversal en la zona media del conducto, se observó una luz poco estrechada y con un epitelio cilíndrico descansando sobre una membrana basal delgada. La luz y la membrana basal estaban rodeadas por una capa interna de músculo liso; una capa muscular de fibras entremezcladas; y una capa longitudinal externa (Fig. 35).

Los conductos deferentes se unían directamente al tubo uretral sin atravesar una próstata glandular. En sirenios, la próstata se manifiesta como un tejido muscular eréctil situado en la posición alta del conducto uretral (Harrison y King, 1980). En éste organismo no se observó la próstata.

### 9.8. PENE

El pene interno de éste macho emerge del orificio genital, ubicado a una distancia de 6.1 cms. del ombligo. En la Fig. 9 se pueden apreciar las diferentes medidas entre la abertura genital y el ombligo en diferentes ejemplares del género *Trichechus*; de los cuales, 6 medidas correspondieron a ejemplares del Estado de Tabasco (Johnson et al. 1987). La anatomía externa del pene fué un cuerpo cilíndrico que midió 9 cms. de longitud total. El grosor de éste cuerpo cilíndrico varió ligeramente, siendo más amplio en la porción apical con 2.8 cms.; el nivel medio con 2.5 cms.; y la porción basal con 2.3 cms. (Cuadro 10).

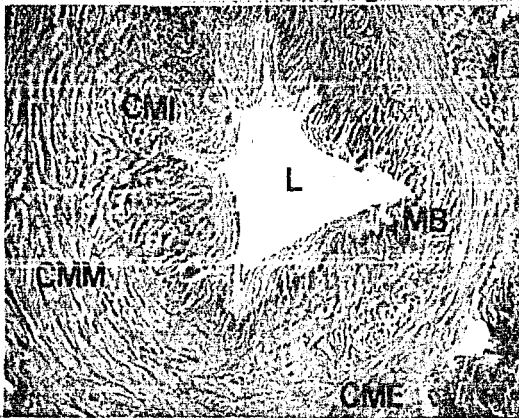


Fig. 35. Corte transversal al nivel medio del conducto deferente. La luz era de forma irregular (L); sin presencia de espermatozoides en el interior. La membrana basal (MB) era delgada. Le seguía una capa longitudinal muscular interna - (CMI); una capa intermedia (CMM); y una capa longitudinal externa (CME).

Cuadro 9. Comparación entre las distancias del ombligo a la abertura genital en el Género *Trichechus*.

Especie	Talla corporal (cms.)	distancia del ombligo a la abertura genital (cms.).	Fuente
<i>T. senegalensis</i>	102	3.3	Petit (1955).
<i>T. senegalensis</i>	103	5.9	Petit (1955).
<i>T. m. manatus</i>	122	6.1	Petit (1955).
<i>T. m. manatus</i>	130	9.0	Johnson et al. (1987).
<i>T. m. manatus</i>	150	11.0	Johnson et al. (1987).
<i>T. m. manatus</i>	150	12.0	Johnson et al. (1987).
<i>T. m. manatus</i>	173	10.0	Johnson et al. (1987).
<i>T. m. manatus</i>	185	10.0	Johnson et al. (1987).
<i>T. m. manatus</i>	196	11.0	Johnson et al. (1987).

El cuerpo del pene estaba cubierto por tegumento grueso y rugoso de color gris; y en el último tercio superior se convertía en prepucio, produciéndose una invaginación para rodear al glande. La última porción superior del glande sobresalía unos 5 mm. del nivel del prepucio, formado por un proceso uretral cónico. En la región dorsal del pene superior, se encontró otro proceso cónico más pequeño separado y no cubierto en su parte apical por el prepucio. Este último proceso correspondía a la porción superior final del cordón muscular (Figs. 36 y 37).

Se realizaron tres cortes transversales del cuerpo del pene: 1) un corte en el último tercio superior del pene, al nivel de la base del glande y parte final del surco o invaginación del prepucio. 2) Un corte en el nivel medio; y en 3) uno en la región basal del cuerpo peniano. Los diámetros en los 3 niveles del pene variaron de la siguiente manera: a) en el nivel apical, al nivel del prepucio, el diámetro fué de 2.8 cms.; b) en el nivel medio, el diámetro disminuyó a 2.5 cms.; y c) al nivel de la base del pene, el diámetro fué de 2.3 cms. respectivamente (Cuadro 10).



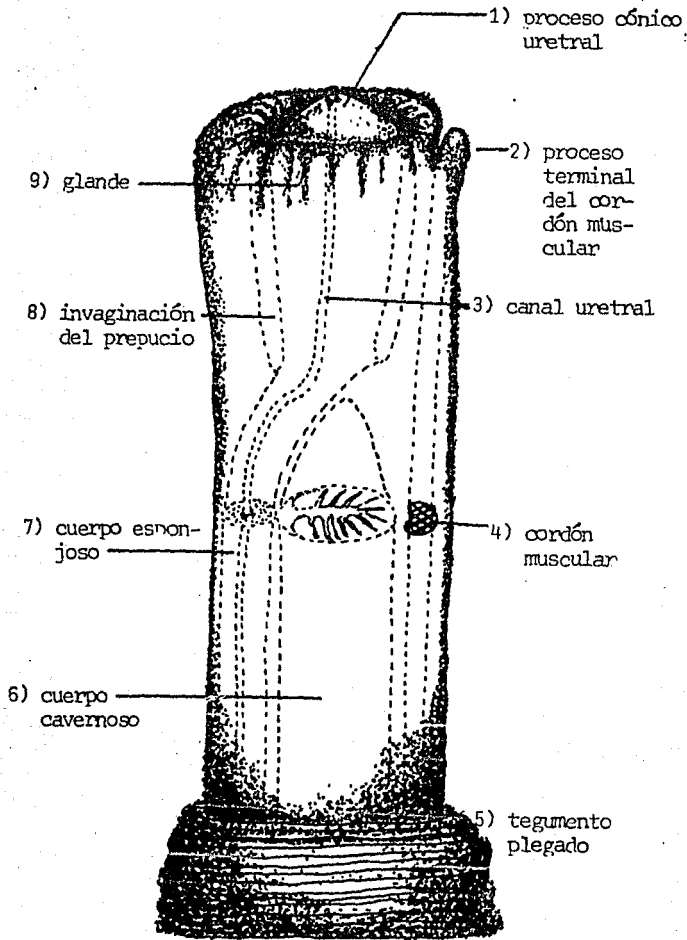


Fig. 36. Esquema del cuerpo del pene de la cría de *Trichechus manatus manatus*, en donde se pueden apreciar las siguientes estructuras: 1) el proceso uretral cónico externo; 2) el proceso terminal externo del cordón muscular dorsal; 3) canal uretral; 4) situación dorsal del cordón muscular; 5) estructura externa del tegumento basal plegado que rodea a la base del pene; 6) un cuerpo cavernoso impar, con un tabique pectiniforme ramificado; 7) el cuerpo esponjoso ventral; 8) invaginación del prepucio, llegando hasta la tercera parte superior del pene; 9) cuerpo esponjoso central o glande. La disposición del cuerpo cavernoso y esponjoso varía dependiendo del nivel en el que se encuentren. En el tercio superior, el cuerpo esponjoso o glande es central; mientras que en el nivel medio y basal, el cuerpo cavernoso es el central; y el esponjoso se torna ventral. El cordón muscular mantiene su posición dorsal a lo largo del cuerpo peniano.

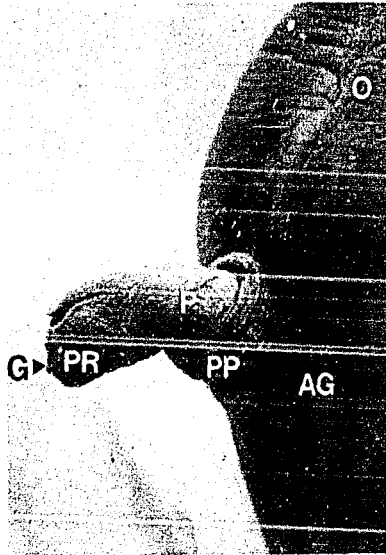


Fig. 37. Región ventral de la cría macho en estudio, mostrando la distancia entre el ombligo (O) y la abertura genital (AG), con el pene extruído (P). El pene tuvo una longitud total de 9 cms.; y estaba cubierto en la base por una porción de piel plegada (PP). En la porción distal se aprecia el prepucio (PR), cubriendo al glande (G). Se pueden apreciar las diferencias en el diámetro del cuerpo peniano, desde la porción distal a la base, disminuyendo hacia el vientre del individuo.

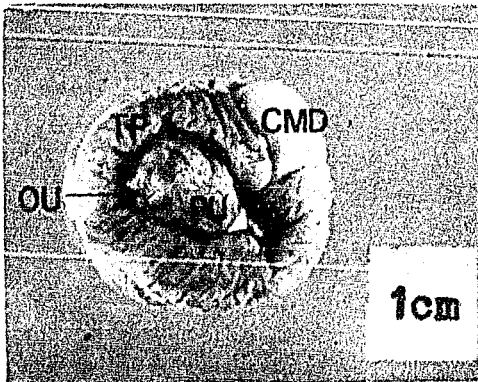


Fig. 38. Porción apical del pene en la cría macho, con un diámetro de 2.8 cms. En la parte central se aprecia el proceso uretral cónico (PU), rodeado por el tejido prepucial (TP). En la parte central del proceso uretral, se distingue el meato uretral (OU). En el extremo superior derecho, sobresale el proceso cónico superior del cordón muscular dorsal (CMD).

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Cuadro 10. Diámetros en los 3 niveles del pene, de la cria macho de *Trichechus manatus* en estudio.

Nivel del pene	diámetro en cms.
a) Diámetro al nivel apical	2.8
b) Diámetro al nivel medio	2.5
c) Diámetro al nivel basal	2.3

1) En el tercio superior se apreció al cuerpo esponjoso en una posición latero-ventral con un diámetro aproximado de 0.4 cms. (Fig. 40); en la parte media se apreciaba un surco central alargado que equivalía al fondo de la invaginación del prepucio, cubierto por epitelio estratificado queratinizado (Fig. 41); y en la porción dorsal, se ubicó al cordón dorsal constituido por músculo liso (Fig. 39). Las dimensiones del cordón muscular fueron las siguientes: 1.0 cms. de alto x 0.4 cms. de ancho.

2) En el corte al nivel medio, se encontró al cuerpo esponjoso localizado en la zona ventral del diámetro del pene con 0.3 cms. de diámetro; y donde el orificio uretral corría por el centro de dicho cuerpo. Ocupando la mayor parte del centro del diámetro en este nivel, se localizó al cuerpo cavernoso no pareado midiendo en su porción más ancha, 0.8 cms. x 0.7 cms.. Este cuerpo tenía un sólo tabique pectiniforme ramificado hacia los extremos. El tejido conjuntivo del cuerpo cavernoso contenía a numerosos capilares; siendo algunos de buen calibre. En la porción dorsal se ubicó al cordón muscular con un diámetro ligeramente menor al del corte superior, con 0.3 cms. de alto x 0.2 cms. de ancho (Fig. 38).

3) En el corte al nivel basal, se encontró la misma disposición de los cuerpos esponjoso, cavernoso y cordón muscular dorsal, encontrada en el nivel medio del cuerpo del pene; pero con dimensiones ligeramente menores: el cuerpo esponjoso aumentó ligeramente en diámetro con 0.4 cms.; el cuerpo cavernoso se tornó más ovalado y sus dimensiones fueron de 0.7 cms. de alto x 0.6 cms. de ancho. El cordón muscular tuvo un diámetro menor comparado con el del nivel medio, con 0.1 cms. de alto x 0.4 cms. de ancho (Cuadro 11). En este nivel, como en el anterior, tanto el cuerpo esponjoso, el cuerpo cavernoso y el cordón muscular dorsal, estaban rodeados por capas musculares y su propia túnica albugínea.

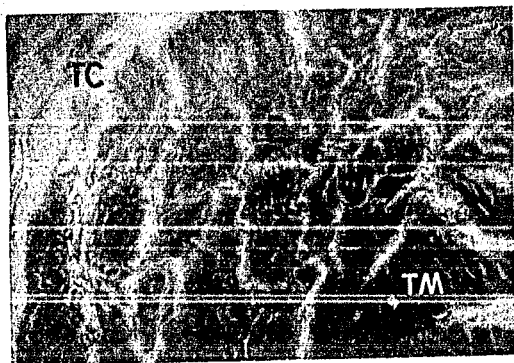


Fig. 39. Fotomicrografía del tejido muscular del cordón dorsal del pene. Se puede observar la penetración de tejido conjuntivo (TC) entre los paquetes de tejido muscular (TM); así como algunos pequeños capilares entre las fibras (C).

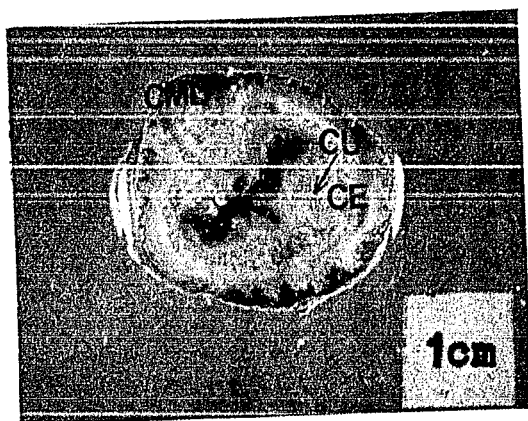


Fig. 40. Corte al nivel superior del pene, en la porción final de la invaginación del tejido prepucial que rodea al glande. En la región dorsal, en el extremo superior izquierdo, se apreció al cordón muscular dorsal (CMD); y en la región ventral, extremo derecho, se ubicó al cuerpo esponjoso (CE), en cuya parte central pasa el canal uretral (CU).

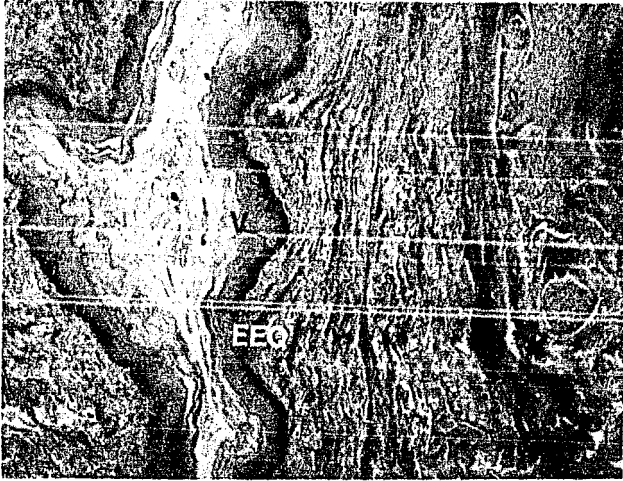


Fig. 41. Ampliación del corte al nivel superior del pene. Porción final de la invaginación del tejido prepucial, constituido por epitelio estratificado queratinizado (EEQ). Cerca de la membrana basal del epitelio, se aprecian vesículas no glandulares (V). Técnica H-E. Fotomicrografía en campo claro, con aumentos de objetivo, octobar y ocular de proyección de 2.5 x 1.6 x 3.2; con una ampliación de 3 x. Aumento total de 12.8 x.

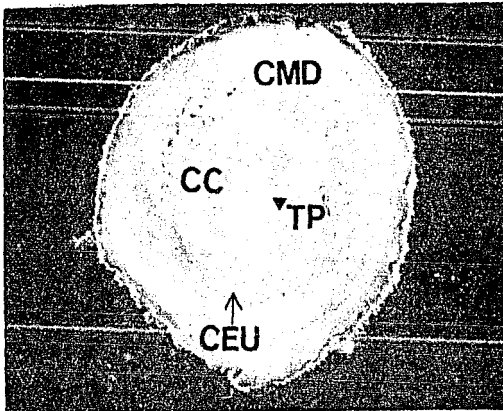


Fig. 42. Corte transversal del pene medio. Se aprecian el cordón muscular dorsal (CMD); y el cuerpo cavernoso (CC), dividido por tabiques pectiniformes (TP) ramificados. El cuerpo esponjoso uretral (CEU), mantuvo su posición ventral en la porción media y basal del cuerpo del pene.

Cuadro 11. Dimensiones y diámetros del cordón muscular, cuerpo cavernoso y cuerpo esponjoso del pene del *Trichechus manatus manatus* cria en estudio.

Nivel	cordón muscular alto x ancho (cms.)	cuerpo cavernoso alto x ancho (cms.)	cuerpo esponjoso diámetro (cms.)
Superior	1.0 x 0.4	-	0.4
Medio	0.3 x 0.2	0.8 x 0.7	0.3
Basal	0.1 x 0.4	0.7 x 0.6	0.4

Dentro del cuerpo esponjoso corría el conducto de la uretra terminal. La luz de la uretra era estrellada, presentando un epitelio estratificado cilíndrico, que descansaba sobre una membrana basal delgada. La periferia de la uretra estaba irrigada en su zona ventral por un par de arterias de buen calibre y se podían observar algunas glándulas tubulares de Littre (Fig. 43 y 44).

#### 9.9. TIMO

El timo de este ejemplar era un órgano bilobulado bien desarrollado. Estaba ubicado en la región de la tráquea, cubierto por el esternón. Los lóbulos de la glándula se unían a través de un tabique amplio y denso, constituyendo al conjunto total de la glándula. Este órgano tuvo un peso total de 86.0 grms. y las siguientes dimensiones: lóbulo izquierdo, 9.5 x 8.0 cms; y lóbulo derecho, 10.0 x 10.5 cms. (Cuadro 12).

Cuadro 12. Dimensiones de la glándula del Timo del ejemplar macho cria de *Trichechus manatus manatus*.

Lóbulo	alto por ancho (cms.)
Lóbulo izquierdo	9.5 x 8.0 cm.
Lóbulo derecho	10.0 x 10.5 cm.

La glándula estaba cubierta por una delgada cápsula de tejido conjuntivo fibroso. Este tejido capsular penetraba al interior del órgano en forma de trabéculas, dando lugar a una serie de lóbulos bien vascularizados de diversas formas y tamaños.

Cada lóbulo tenía su propia zona cortical de color oscuro por la mayor densidad de las células; y una zona medular reducida y poco conspicua de color más claro (Fig. 45).

El tipo celular en ambas regiones fueron linfocitos de tipo A y B. Los linfocitos A eran los más numerosos; tenían formas esféricas y ovaladas, con un citoplasma muy reducido y un núcleo grande que contenía cromatina granulosa dispersa; sus diámetros promedio fueron de 9.8 micras. Los tipo B eran menos numerosos; sus formas eran semejantes a las A, pero ligeramente más grandes, con un diámetro promedio de 13.8 micras; su citoplasma era amplio; y tenían un núcleo grande y cromatina granulosa dispersa (Fig. 46 y Cuadro 13).

Cuadro 13. Diámetros promedio de los linfocitos encontrados en el timo de la cria macho de *Trichechus m. manatus*.

Tipo de linfocitos	Diámetro promedio en micras	No.de medidas
Linfocitos tipo A	9.8	20
Linfocitos tipo B	13.8	20

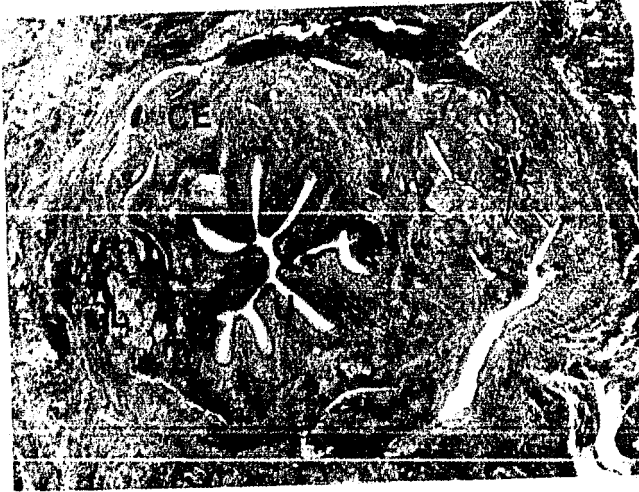


Fig. 43. Ampliación del cuerpo esponjoso del pene medio (CE). Se aprecia el lumen estrellado de la uretra (U); un par de senos venosos (SV) de buen calibre; y glándulas de Littre (GL). Técnica Tricrómica de Masson. Fotomicrografía en campo claro, con aumentos de objetivo y octobar de 2.5 x 4; con una ampliación de 3 x. Aumento total de 10 x.



Fig. 44. Epitelio estratificado de la uretra terminal (UT). Técnica de H-E. Fotomicrografía en campo claro, con aumentos de objetivo y octobar de 10 x 4; con una ampliación total de 120 x.



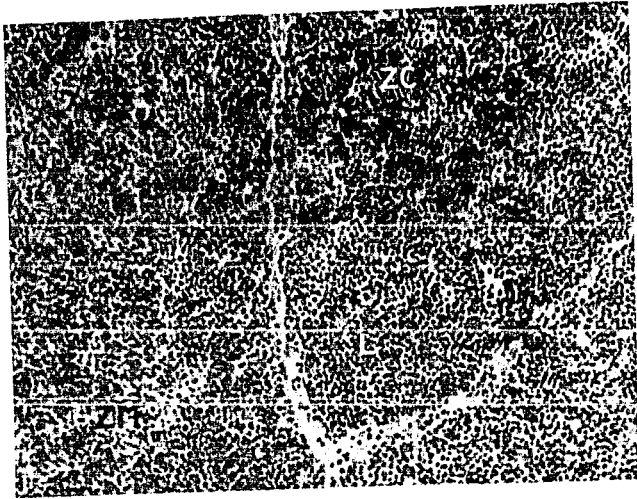


Fig. 45. Fotomicrografía del timo de la cría macho de *Trichechus manatus manatus*. Los diversos lóbulos estaban separados por fibras de colágena (FC). Cada lóbulo presentó su zona cortical (ZC); y la zona medular (ZM) poco conspicua. Técnica H-E. Foto en campo claro, con aumentos de objetivo y octobar de 16 x 4; con una ampliación de 3 x. Aumento total de 192 x.

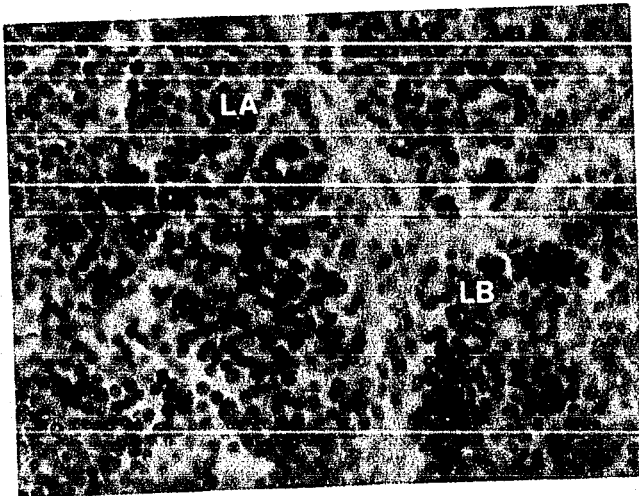


Fig. 46. Ampliación de la región cortical del timo. Los linfocitos tipo A (LA), fueron los más numerosos; se distinguían por su forma circular, su núcleo grande y central; con un citoplasma reducido. Los linfocitos B (LB), fueron menos numerosos, de menor tamaño y citoplasma más amplio. Técnica H-E. Foto en campo claro, con aumentos de objetivo y octobar de 40 x 4; con una ampliación de 3 x. Aumento total de 480 x.

## 10.0. DISCUSION

Con los resultados obtenidos en el presente trabajo se realizaron algunas comparaciones entre ciertas características anatómicas, histológicas y fisiológicas de mamíferos en general, descritos en la literatura; así como comparaciones con el Género *Trichechus*; el Género *Dugong*; y algunas especies de los Ordenes de Cetacea y Pinnipedia.

### 10.1. TECNICAS HISTOLOGICAS

La Rutina No. 2 (la de los tiempos menores de deshidratación alcohólica de los tejidos), dió mejores resultados al aplicarla a los órganos como el riñón, testículo, glándula adrenal y timo. Debido a que estos tejidos están constituidos por escaso tejido muscular, donde el riñón y testículo presentan numerosos tubulos; así como una fragilidad celular de las glándulas adrenales y timo, esta rutina evitó la aparición de artefactos de técnica (Romero, comunicación personal).

Ambas técnicas de tinción: Hematoxilina-Eosina y la Tricrómica de Masson, dieron resultados satisfactorios para la generalidad de los tejidos. Sin embargo, la técnica Tricrómica se consideró más útil aplicada en glándula adrenal; haciendo resaltar con mayor claridad, estructuras constituidas por tejido conjuntivo como el entramado perimedular de la glándula y la triestratificación de las zonas corticales de la glándula.

### 10.2. COMPARACIONES ANATOMO-HISTOLOGICAS

#### 10.3. RINON

Las características anatómicas externas y macroscópicas más sobresalientes encontradas en el riñón de los dos ejemplares cría de este estudio fueron: 1) el aplanamiento dorsoventral de los riñones; 2) la semejanza en la longitud de los riñones en ambos individuos cría; 3) la posición del hilio ventral medio y poco profundo; y 4) la variación en la lobulación externa superficial.

1) El aplanamiento dorsoventral observado en los riñones de las dos crías en estudio, es una condición anatómica encontrada en otros mamíferos acuáticos, como en cetáceos y dugongos. A este aplanamiento se le ha relacionado como parte de las adaptaciones para la vida acuática (Marsh et

al. 1984 b); donde la disposición de la musculatura adaptada para el nado, implica una reducción general de la región pélvica y de algunos órganos situados en ésta. Este aplanamiento renal se puede considerar como una convergencia adaptativa entre los sirenios y los cetáceos.

2) Las longitudes de los riñones encontrados en los dos ejemplares cría de *T. m. manatus* son semejantes, debido probablemente a sus longitudes corporales (130 y 140 cms. respectivamente). Estas longitudes fueron comparadas con longitudes renales de *T. m. manatus* y *T. m. latirostris* (Cuadro 2). A partir de dichas comparaciones, no se observaron grandes diferencias entre los individuos adultos y crías. Aún cuando sean escasos datos, estos parecen indicar que el incremento en el tamaño del riñón en estas dos subespecies, no varía notablemente con el desarrollo del riñón.

3) Los dos ejemplares cría de *T. m. manatus* tuvieron un hilio poco profundo, coincidiendo con lo encontrado en un *T. m. manatus* descrito por Murie (1872; citado por Ronald et al. 1978); y con un ejemplar de *T. senegalensis*, observados por Petit (1924; citado por Ronald et al. 1978) (Cuadro 4). Al parecer entonces, la poca profundidad del hilio renal en los tres ejemplares de *T. m. manatus* y *T. senegalensis* mencionados, es probablemente una característica consistente en estas especies.

Por otro lado, la posición del hilio en las dos crías de *T. m. manatus* fue ventral; en cambio el hilio en tres especímenes de *T. m. latirostris* (2 juveniles y 1 adulto), se situaba en un costado del riñón (Beddard, 1897; citado por Ronald et al. 1978). Ya Petit (1955) había observado la variación en la posición del hilio renal en el género *Trichechus*, mencionando que dicha variación tendía a adquirir una posición ventral conforme se desarrollaba el riñón. Los resultados obtenidos y lo informado por la literatura, sólo coinciden con lo mencionado por Petit (*op cit.*), en la variabilidad en la posición del hilio en las especies de manatí; ya que los riñones de las dos crías de *T. m. manatus*, no completamente desarrollados, ya presentaban un hilio ventral; y el riñón de un adulto de *T. m. latirostris*, presentaba un hilio lateral.

La pseudolobulación renal externa en la cría macho, coincide con lo mencionado por Beddard (1897; citado por Ronald et al. 1978), quien encontró que los riñones fetales o de crías, en todas las especies de manatí, son externamente suaves o lisos. Por otro lado, Harrison y King (1980) sugirieron que el riñón del manatí es simple y únicamente presenta indicios de una lobulación superficial. Sin embargo, la variación en la lobulación externa entre los riñones de las dos crías de *T. m. manatus*, es notable. La

pseudolobulación externa en la cría macho (Fig. 16), y la evidente lobulación externa en la cría hembra (Fig. 22), se presenta como variaciones individuales dentro de la misma subespecie. Beddard (1897; citado por Ronald et al. 1978). también encontró que en un ejemplar de *T. m. latirostris*. con un riñón de 15.3 cms. de longitud, presentó una lobulación tanto externa como interna. Estas observaciones apoyan lo sugerido por Chapman (1875; citado por Petit, 1955) y Petit (1955); quienes mencionaron que el grado de lobulación externa en las tres especies de manatí, no era una característica específica, sino individual (Cuadro 3). Cabe mencionar, que el desarrollo de una lobulación renal a partir de un riñón fetal liso, que se acentúa externamente conforme el desarrollo del riñón, es un proceso excepcional (Ronald et al. 1978).

Por otro lado, la anatomía renal externa del Género *Trichechus*, difiere a la del Género *Dugong*; quien no presenta una lobulación externa en ninguna etapa de su vida. Los riñones largos y lisos del dugongo son consistentes (Petit, 1955); tanto como la lobulación completa en los riñones de cetáceos y pinípedos (Pilleri, 1970; citado por Gihl y Kraus, 1970). Al parecer, entonces de todos estos organismos acuáticos, sólo el género *Trichechus* presenta variaciones en la lobulación externa del riñón.

Las características renales internas y macroscópicas más notables en la cría macho fueron: 1) la evidente lobulación interna; 2) el número reducido y disposición de las pirámides medulares; y 3) la extensa zona cortical, separando a las pirámides medulares sin la existencia de tabiques intermedulares.

1) En este ejemplar de manatí, la lobulación interna es consistente como en el *Dugong*, aún cuando no se manifiesta externamente. Bondé et al. (1984) ilustraron una lobulación interna semejante a la de la cría macho en *T. m. latirostris*. Tanto en este ejemplar de *T. m. manatus*, como en *T. m. latirostris*, las pirámides medulares estaban separadas por una extensa zona cortical.

2) El número de lóbulos internos en este manatí fue menor (6 cuerpos medulares), comparado con el del *Dugong*, con 10 lóbulos (Harrison y King, 1980). Las 6 pirámides medulares de este ejemplar se disponían alrededor del cáliz, de igual forma que en dugongos; a partir de lo cual Harrison y King (1980), mencionaron que tal disposición podría seguramente estar indicando una segmentación retenida o incompleta. 3) Sin embargo, en la cría macho, las pirámides medulares se encontraban separadas por la extensa zona cortical, sin la presencia de tabiques intermedulares como los encontrados en *Dugong*. Las diferencias estructurales entre estos sirenios pueden obedecer a adaptaciones al habitat en que viven; siendo el *Dugong* exclusivamente

marino; y el manatí eurihialino entre el medio marino y el dulceacuícola. Cabe preguntarse entonces, si la variación individual de la presencia o ausencia de una tabicación intermedular, le confiera una mayor o menor eficiencia en la fisiología renal a los manatíes de una misma población.

Aún cuando la lobulación en manatí sea "reducida" comparada con dugongos, cetáceos o pinípedos; a esta última se le ha conferido un significado fisiológico importante. Se ha considerado que conforme aumenta la superficie renal por la lobulación, aumenta el número de nefronas capaces de cubrir una demanda renal mayor. La demanda renal está determinada entre otros factores, por la calidad y cantidad de alimento; así como por la cantidad de sales ingeridas del medio.

Dada la condición herbívora del manatí, la ingestión de proteínas animales es casi nula, salvo por la ingestión de zooplácton o larvas de insectos asociadas a la vegetación consumida (Hartman, 1979). Esto último podría indicar que el mínimo consumo de proteína animal en manatí le confiere una demanda renal reducida. Sin embargo, los movimientos en las áreas de distribución del manatí, podrían determinar una demanda renal variable, dependiendo del tiempo de permanencia en el medio dulceacuícola, salobre o marino.

Aunado a lo anterior, se puede mencionar que los sirenios pudieron estar ampliamente distribuidos en el Terciario, habiendo desempeñado un papel ecológico importante al influir sobre la evolución de las comunidades de plantas marinas (Barnes et al. 1973). En base a esto último, se podría pensar que existe una tolerancia renal inherente al medio marino. Sin embargo, a los manatíes se les ha considerado como organismos poco aptos para la osmoregulación (Hartman, 1979); y que por lo tanto, el medio dulceacuícola es el más adecuado. Además, existen numerosas evidencias de que los animales distribuidos temporalmente en zonas salobres o saladas, recurre a fuentes de agua dulce para beber de ésta (Hartman, *op cit.*). Sin embargo, Irvine et al. (1980), a través de datos de osmolalidad y gravedad específica de la orina de *T. m. latirostris*, distribuido temporalmente en el medio marino, encontraron que el riñón de esta subespecie es capaz de concentrar su orina, satisfaciendo los requerimientos necesarios de agua dulce.

De todo lo anterior, se podría resumir que el riñón del manatí, aún con las variantes en la lobulación externa, pero con una lobulación interna consistente (tanto en la cría macho del presente trabajo, como en otros ejemplares mencionados en la literatura), de alguna manera podría estar indicando que su riñón está adaptado para funcionar eficientemente en ambos ambientes. Por la extensa zona cortical en este tipo de riñón, aumenta el número de nefronas, confiriéndole una capacidad potencial para cubrir

diferentes demandas renales; dependiendo de los movimientos que realicen estos sirenios de un medio a otro.

Por otro lado, las características internas y microscópicas encontradas en el riñón de esta cría macho, deben estar asociadas con aspectos de desarrollo y fisiología, no consideradas de manera profunda en este trabajo.

Las características histológicas sobresalientes en el riñón de esta cría fueron: 1) la heterogeneidad en los diámetros de los glomérulos de Malpigi, dependiendo de su ubicación en la zona cortical; 2) las asociaciones de túbulos contorneados distales y proximales en la corteza renal superior; y 3) las prolongaciones de los rayos medulares contiguos entre dos pirámides medulares, en la columna de Bertin.

1) Las diferencias en los promedios de los diámetros de los glomérulos de Malpigi (Cuadro 5), se dieron en el siguiente orden: los glomérulos con promedios mayores fueron los corticomedulares superiores y corticomedulares profundos, con 112.83 y 107.41 micras respectivamente. Los de menor diámetro fueron los glomérulos periféricos de la corteza superior con 101.92 micras; los corticomedulares superiores con 93.06 micras; y los periféricos laterales (en la columna de Bertin), con 90.06 micras.

El hecho de que los promedios mayores de los glomérulos hayan sido los de la corteza profunda o central; y que los de menor diámetro fueran los periféricos laterales; junto con los corticomedulares laterales y periféricos de la corteza superior; de alguna manera están indicando que este tipo de riñón presenta el mismo patrón de desarrollo de mamíferos. Se considera que el mesénquima, y por lo tanto los glomérulos de las capas profundas en la corteza renal, son los primeros en desarrollarse; y que por ejemplo en humanos, el desarrollo completo de las nefronas en la región cortical externa o superior, se adquiere en meses e inclusive años después del nacimiento (Leeson y Leeson, 1977). Esto podría suceder de igual forma en otros grupos de mamíferos como el manatí.

2) Tanto las asociaciones compactas de túbulos distales y proximales; así como túbulos libres distribuidos en la corteza superior del riñón (Fig. 19), están indicando que la región cortical superior de esta cría, aún presentaba signos de mesénquima indiferenciado. Esto último sólo viene a corroborar la escasa edad considerada para este ejemplar en estudio.

3) Las prolongaciones en los haces medulares proyectadas hacia las pirámides de Bertin (Fig. 20), pueden estar indicando una función renal integrada; confiriéndole una mayor potencialidad al órgano, para cubrir demandas renales más exigentes.

#### 10.4. URETER

El conducto ureteral en esta cría salía del hilio renal con una posición ventral (Fig. 22). Esta posición debe variar conforme varíe la posición del hilio. El conducto mantuvo un diámetro promedio uniforme a lo largo de todo su trayecto, realizando su conexión con la vejiga urinaria en los extremos superiores. Esta última característica, así como las características microscópicas encontradas, se apegan al patrón general del conducto ureteral encontrado en mamíferos.

#### 10.5. VEJIGA URINARIA

La vejiga urinaria dilatada en esta cría macho, tenía un tamaño menor a la longitud de uno de los riñones (Fig. 22). Murie (1872; citado por Ronald *et al.* 1978); y Quiring y Harlan (1953; citados por Ronald *et al.* 1978); sugirieron que el tamaño de la vejiga en manatí es pequeña y de forma semiglobosa. Se ha considerado que el tamaño de la vejiga urinaria es reducido tanto en sirenios como en cetáceos (Harrison y King, 1980; Marsh *et al.* 1984 b); así como en pinípedos (Bryden, 1972), obedeciendo al angostamiento de la región pélvica de éstos organismos acuáticos. Se piensa por otro lado, que hay poca razón para que exista una vejiga urinaria con grandes capacidades de almacenamiento de orina; ya que tratándose de organismos acuáticos, pueden efectuar una micción continua sin afectar al entorno (Harrison y King, 1980).

La carencia de una capa muscular longitudinal interna, no apreciada en la vejiga de este espécimen, puede estar compensada por la amplitud de la capa circular interna. Las dos capas musculares existentes deben estar cubriendo eficientemente la función de la retención de orina; así como el ejercer la presión necesaria para realizar la micción.

#### 10.6. URETRA

El conducto uretral en esta cría macho no atraviesa una próstata glandular. Harrison y King (1980) señalaron que la

próstata en sirenios se presentaba como un tejido muscular eréctil, diseminado en la porción superior de las paredes de la uretra. En este organismo tampoco se encontraron vesículas seminales; las cuales se ha considerado que se encuentran bien desarrolladas en sirenios. El hecho de que ninguna de estas glándulas sexuales accesorias se localizaran durante la disección, se debe al escaso desarrollo sexual de esta cría.

#### 10.7. GLANDULA ADRENAL

El par de glándulas adrenales en esta cría macho, se ubicó en la porción cefálica de cada riñón. Esta ubicación coincide con la encontrada en algunas ballenas (Quiring, 1943). Sólo Quiring y Harlan (1953) han descrito a la glándula adrenal en manatí; la ubicaron entre la arteria carótida y los bronquios. Sin embargo, estos autores describieron incorrectamente a la glándula adrenal, al considerar tanto a los riñones, pulmones y adrenales, en una posición retropleural a la cavidad torácica (Ronal et al. 1978).

La histología de la adrenal en este ejemplar, también difiere de las descripciones realizadas por Quiring y Harlan (1953). En esta cría, la triestratificación de la sustancia cortical fué clara, siendo la zona fascicular la más extensa. Ridgway (1972), encontró una amplitud fascicular semejante en algunos cetáceos y pinípedos. En cambio, en otros manatíes, como en una hembra de 325 cms. de longitud corporal, las 3 capas corticales no estaban bien definidas, salvo por una extensa zona glomerular (Quiring y Harlan, 1953). La amplitud de la zona fascicular en esta cría de manatí, coincide con la descripción de la corteza adrenal infantil, realizada por Leonhardt (1977). Mientras tanto, la zona glomerular y reticular, adquieren mayores dimensiones durante la madurez sexual (Leonhardt, *op. cit.*).

Con lo anterior, se resume que las diferencias señaladas entre los ejemplares de manatí adultos mencionados en la literatura, y lo encontrado en la zona cortical de esta cría, se deben a la edad de los individuos. Se puede agregar que existen otros factores además de la edad, que determinen los cambios en las adrenales como: la actividad tiroidea, enfermedad, preñez, etc. (Harrison y King, 1969).

Por otro lado, en la cría de manatí, se observó una zona perimedular de tejido conjuntivo, formando una estructura en forma de malla. Esta estructura no ha sido descrita en otros manatíes; sin embargo, Amoroso et al. (1965; citados por Ridgway, 1972), encontraron que en las glándulas adrenales de machos adultos de *Phoca vitulina* (Pinnipedia; Fam. Phocidae), existía una separación marcada entre la zona



cortical y la medular por tejido fibroso. Esta misma estructura no está bien descrita en algunas ballenas (Quiring, 1943).

La zona medular adrenal de esta cría estaba completa debido a la condición fresca del ejemplar. El arreglo celular de la médula en "nidos", se asemeja a la disposición celular medular encontrada en individuos jóvenes de *Halichoerus grypus* (Pinnipedia: Fam. Phocidae). En cambio, la zona medular de manatí en proceso de degeneración observada por Quiring y Harlan (1953), podría deberse a la rápida destrucción celular en animales muertos (Gray, 1977). Dicha destrucción celular, hace a la médula aparecer inclusive, como vacía (Leonhardt, 1977).

En base a lo anterior, la ubicación anatómica de las adrenales de este manatí era semejante con la de algunos cetáceos y pinípedos; pudiendo probablemente ser organismos juveniles, dada la amplitud de su zona fascicular. Es interesante encontrar que la estructura perimedular de esta cría macho haya sido también encontrada en pinípedos machos adultos. Las agrupaciones celulares en nidos dentro de la médula adrenal de la cría, así como las encontradas en algunos pinípedos jóvenes, podría deberse a una condición normal en mamíferos acuáticos de edad joven.

Mientras tanto, el aspecto atípico de la médula adrenal descrita por Quiring y Harlan (1953) en otros manatíes, se podría deber principalmente al tiempo de destrucción celular normal.

#### 10.8. TESTICULO, EPIDIDIMO y CONDUCTO DEFERENTE

Los testículos intrabdominales en esta cría macho, presentaron una condición caudal a los riñones. A los testículos intrabdominales de sirenios y cetáceos, se les ha considerado como una característica primitiva (Allsop, 1961); que comparten con otros grupos de mamíferos terrestres como el armadillo y perezoso (Orden: Edentata); el elefante (Orden: Proboscidea); los orictéropos (Orden: Tubulidentata); los hyraxes (Orden: Hyracoidea); y los platypus y echidna (Orden: Monotremata), (Van der Broeck, 1983; Ottow, 1955; Raynaud, 1969; citados por De Smet, 1977).

Aún cuando la relación filogenética entre Proboscidea y Sirenia es más cercana, la anatomía general de los testículos de los sirenios es más semejante a la de cetáceos. La endorquidea en ambos ordenes acuáticos, es una característica anatómica adaptada para la vida acuática (Marsh et al. 1984 b). A estas características se les puede

considerar como convergencias evolutivas entre cetáceos y sirenios.

De Smet (1977) planteó una serie de argumentos para explicar la endorquidea en cetáceos: 1) considerando la carencia de huesos pélvicos y extremidades posteriores; 2) la inserción más caudal de los músculos abdominales en relación con otros mamíferos; y 3) el grosor de la piel de los cetáceos, constituyen una imposibilidad morfológica para el descenso testicular. Todas estas razones son también aplicables a los sirenios (Marsh et al. 1984 b).

Las ramas arteriales y venosas del testículo de esta cría y el epidídimo altamente contorneado, pueden representar una vía importante para el intercambio de calor. Aún cuando se conocen los efectos negativos de la temperatura sobre la espermatogénesis y la susceptibilidad de los espermatozoides dentro del epidídimo en animales con escroto (Glover, 1960; Cumins y Glover, 1970; citados por Marsh et al. 1984 b); se considera que tanto la espermatogénesis como el almacenamiento en el epidídimo en animales con testículos endorquideos, se lleva a cabo normalmente, aún dentro de la cavidad abdominal, debido a adaptaciones anatómicas como la mencionada anteriormente.

El peso de los testículos en esta cría fué de 7.6 grms., con tubos seminíferos de luz estrecha; sólo había espermatogonias de tipo A y B; y algunas células de Sertoli. Por lo tanto, tampoco había espermatozoides en los conductos epididimales ni en el conducto deferente. Marsh et al. (1984 b), trabajaron con un número significativo de dugongos, correlacionando los datos de las tallas corporales, pesos testiculares y la histología de los tubos seminíferos, para inferir el estado de desarrollo, madurez y actividad sexual. Los dugongos que presentaron un peso testicular menor a los 20 grms.; con tubos seminíferos de luz estrecha; con espermatogonias tipo A y B; espermatoцитos ocasionales, numerosas células de Sertoli y células de Leydig prominentes y ocasionales; fueron clasificados como organismos juvenes, sexualmente inmaduros. La generalidad de estas características son muy semejantes a las encontradas en esta cría de *T. m. manatus*. Por lo tanto, el criterio utilizado por Marsh et al. (1984 b) para clasificar a los dugongos en distintas clases de edad a través de la histología testicular, tiene la misma validez para aplicarlo a *manati*.

#### 10.9. PENE

El pene interno de esta cría macho se ubicó en el orificio genital, a una distancia de 6.1 cms. del ombligo. Se observó una ligera variación en esta distancia en 5 machos de *T. m. manatus* del Estado de Tabasco, con tallas

corporales desde los 130 cms. a los 196 cms. de longitud corporal (Johnson et al. 1987); o sea que se incluyen individuos crías y juveniles. Petit (1955) notó que las diferencias en las distancias entre el ombligo y la abertura genital eran variables. Estas variaciones se podrían deber al diferente ritmo de crecimiento individual.

La ligera variación en los diámetros del pene de esta cría macho, disminuía desde el ápice hacia la base. La porción apical que incluye al cuerpo esponjoso cilíndrico con el proceso uretral superior del glande, tenía un grosor mayor debido en parte al tejido prepucial que lo rodeaba (Fig. 36). Este glande es diferente al del *Dugong* ilustrado por Petit (1955); el cual tenía un collar o una corona glandis y un cervix. Por otro lado, Ronald et al. (1978), han sugerido la existencia de un glande y un prepucio en manatí. De aquí, se puede comentar entonces que las diferencias estructurales externas del pene en *Trichechus* y *Dugong*, no sean de gran relevancia.

El cordón dorsal que sobresale en forma de proceso cónico, en la porción distal del pene en este ejemplar, está constituido por tejido muscular liso (Fig. 39). Este cordón también fué encontrado por Ronald et al. (1978) para manatí, reportándolo como de constitución cartilaginosa; y al que se le consideró correspondiente a un báculo. Sin embargo, a través de la histología del cordón de este ejemplar, la presencia de pequeños capilares y las células y núcleos alargados de las fibras, no dejan lugar a dudas, de que se trataba de músculo liso. Es interesante que se encuentren diferencias de este tipo entre las dos subespecies; las cuales podrían también corresponder a diferencias de desarrollo; hipótesis que deberán probarse en el futuro.

En cuanto a los resultados macroscópicos encontrados a través de los cortes transversales del pene en esta cría, se pudieron realizar algunas comparaciones con las estructuras del pene del *Dugong* y de la especie de *T. senegalensis*. El cuerpo esponjoso de la porción media y basal en este individuo cría, se ubicó en la porción ventral, con el orificio uretral en el centro de éste. Petit (1955) ilustró esta misma disposición en *Dugong*; y en el *T. senegalensis* Petit (*op cit.*), el cuerpo esponjoso abarca una porción mayor en el diámetro del pene, con el orificio uretral en la periferia dorsal del cuerpo esponjoso.

Por otro lado, el cuerpo cavernoso impar en este ejemplar de *T. m. manatus*, se ubicaba en la región central del cuerpo peniano, abarcando un importante espacio del diámetro del cuerpo del pene. Esta disposición era semejante a la del *Dugong*; no siendo así en *T. senegalensis*, donde el cuerpo cavernoso era pareado y cada cuerpo presentaba un fuerte tabique divisorio (Petit, 1955). El tabique pectiniforme en la cría de *T. m. manatus* era central y

ramificado; mientras que el dugongo, tenía un tabique central incompleto.

Las diferencias estructurales entre el Género *Dugong* y las dos especies de manatí mencionadas, pueden estar representando características particulares de cada especie. Resulta interesante haber encontrado que en esta cría existieran mayores semejanzas estructurales internas del pene, a las del *Dugong*; a pesar de encontrarse más alejados filogenéticamente.

#### 10.10. TIMO

El timo bilobulado y bien desarrollado en esta cría, presentó un aspecto interno y microscópico tal, que coincide con las observaciones realizadas por Chapman (1875; citado por Husar, 1978); Quiring y Harlan (1953); Caldwell y Caldwell (1985). Estos autores describieron al timo como un órgano con una zona cortical externa constituida por abundantes timocitos o linfocitos, ocasionalmente separados en semilóbulos por tabiques incompletos de tejido conjuntivo. Cada uno de estos lóbulos tenía su propia zona medular reducida y poco conspicua. Dentro de la zona medular no se encontraron corpúsculos de Hassal. Normalmente el timo se desarrolla muy rápidamente durante la vida fetal, alcanzando su tamaño máximo al momento del nacimiento en la mayoría de los mamíferos placentarios (Patt y Patt, 1969). Este órgano bilobulado cambia profundamente durante la vida pre y post natal; y una vez concluida la madurez de las gónadas, el timo comienza a involucionar (Andrew, 1959; Patt y Patt, 1969; Bryden, 1972). Los corpúsculos de Hassal en la médula del timo, aparecen con frecuencia en estados de involución (Banks, 1969), generalmente dada por la madurez del individuo. Por lo tanto, el timo bilobulado bien desarrollado en esta cría de manatí; así como la ausencia de corpúsculos de Hassal, indican claramente que el organismo en estudio era efectivamente una cría. De hecho, el considerar al individuo del presente trabajo como una cría desde el principio del estudio, se ha basado principalmente en el criterio utilizado por Odell (1981), quien ha considerado a las crías de la especie de *T. manatus* a aquellos individuos que se encuentren comprendidos entre las tallas corporales de 120 a 140 cms. de longitud total (Johnson et al. 1987).

Esta clase de talla se ha visto confirmado con otros aspectos histológicos considerados en este trabajo, como han sido: 1) el mesénquima indiferenciado de la corteza renal superior; 2) el peso testicular menor a los 20 grms.; 3) la presencia de espermatogonias de tipo A y B en los túbulos seminíferos con una luz prácticamente obliterada; y 4) por lo tanto, la ausencia de espermatozoides en el epidídimo y

conducto deferente; 5) el timo infantil bien desarrollado, con ausencia de corpúsculos de Hassal.

#### CONCLUSIONES

1) Se encontró que la rutina histológica de deshidratación de tejidos No. 2, fué la más adecuada al aplicarla a la generalidad de los tejidos considerados en este estudio. Con esta rutina se evitó la aparición de artefactos de técnica al aplicarla a órganos con escaso tejido muscular, fragilidad celular y tejidos constituidos por numerosos túbulos, como son el riñón, testículo, glándula adrenal y timo.

2) La aplicación de las técnicas de tinción de Hematoxilina-Eosina y la Tricrómica de Masson, dieron resultados satisfactorios para la generalidad de los tejidos. La Técnica Tricrómica fué muy útil para hacer resaltar la triestratificación de la zona cortical, así como el entramado perimedular de la glándula.

3) El aplanamiento dorsoventral en los riñones de las dos crías en estudio, se pueden considerar como una convergencia evolutiva encontrada entre las adaptaciones para el nado en otros mamíferos acuáticos como cetáceos y dugongos.

4) Los escasos datos de las longitudes de los riñones en diversos ejemplares de *T. m. manatus*, incluyendo a las dos crías del presente estudio; así como de ejemplares de *T. m. latirostris* reportados en la literatura, no parecen indicar que existan grandes variaciones debido al desarrollo de los riñones en individuos jóvenes y adultos.

5) La condición de poca profundidad del hilio renal tanto en *T. m. manatus*, incluyendo a las dos crías; y en *T. senegalensis*, parece ser una característica consistente.

6) La variación en la posición del hilio renal en el Género *Trichechus* es un hecho. Sin embargo, ni el hilio de las crías del presente trabajo, ni el hilio de un adulto de *T. m. latirostris*, cumplen con lo propuesto por algunos autores, quienes sugirieron que la posición del hilio tiende a tener una posición ventral conforme se desarrolla el riñón.

7) Las diferencias en la lobulación externa observada en las dos crías de *T. m. manatus*, apoyan lo mencionado por diversos autores quienes mencionaron que el grado de lobulación externa en las tres especies de manatí, no era una característica de cada especie; sino individual.

8) La lobulación renal interna en esta cría macho era tan consistente como en *T. m. latirostris* y *Dugong*.

9) Los cuerpos medulares del riñón de esta cría estaban separados entre sí por la sustancia cortical, pudiendo indicar una segmentación incompleta o retenida.

10) La lobulación renal interna en esta cría, como la mencionada en la literatura para otros ejemplares del género, le puede estar confiriendo al riñón de estos organismos acuáticos eurihialinos, una capacidad renal potencial.

11) Las diferencias en los promedios de los diámetros de los glomérulos renales en esta cría y las asociaciones compactas de túbulos contorneados en la corteza superior del riñón, están indicando un estado incompleto de desarrollo en el mesénquima renal.

12) Las prolongaciones de los haces medulares hacia la columna de Bertin, pueden estar indicando una función integral entre los cuerpos medulares.

13) El conducto uretral en esta cría mantiene el patrón general encontrado en mamíferos. La salida del conducto en el género *Trichechus* depende de la posición del hilio; siendo ventral en este caso.

14) En base a las dimensiones de la vejiga urinaria dilatada de esta cría, junto con las opiniones de otros autores, se considera que este órgano es de tamaño relativamente pequeño. Se consideró que la carencia de una de las capas musculares, la capa longitudinal interna, está compensada por la amplitud de la capa circular interna de músculo encontrada en este ejemplar.

15) En la porción superior de la uretra, inmediata a la vejiga en esta cría, no se apreció el tejido muscular eréctil que corresponde a la próstata en sirenios; ni las glándulas seminales, debido a la corta edad del ejemplar.

16) El par de glándulas adrenales en esta cría se ubicó en la porción cefálica de cada riñón. Esta ubicación anatómica es semejante a la encontrada en algunos cetáceos y pinípedos. La triestratificación de la sustancia cortical fué clara, donde la zona fascicular era la capa más amplia. Esta última característica corresponde a la descripción de una glándula infantil.

17) La estructura perimedular en forma de malla encontrada en esta glándula adrenal, es semejante a la encontrada en algunos pinípedos machos adultos de *Phoca vitulina*.

18) La zona medular adrenal de esta cría de manatí presentaba un arreglo celular en forma de "nidos"; semejante a la disposición celular de la médula adrenal en ejemplares jóvenes de la especie *Halichoerus grypus* (Pinnipedia: Fam. Phocidae).

19) La posición caudal a los riñones de los testículos intrabdominales de esta cría, se considera una característica primitiva que comparte con otros sirenios, cetáceos; así como otros grupos de mamíferos terrestres de los órdenes Proboscidea; Edentata, Tubulidentata, Hyracoidea y Monotremata.

20) La anatomía general de los testículos de este manatí, como la de otros sirenios, es más parecida a la de cetáceos; correspondiendo a una convergencia adaptativa a la vida acuática.

21) Se consideró a las ramas arteriales y venosas del testículo y la constitución contorneada del epididimo y principios del conducto deferente de esta cría, como una vía importante para la disipación de calor, favorable para la espermatogénesis.

22) Los testículos de esta cría con un peso menor a los 20 grms.; sus túbulos seminíferos de luz estrecha; la presencia de espermatogonias tipo A y B; y algunas células de Sertoli, sirven como un criterio importante para clasificar a este individuo como una cría.

23) El glándula de esta cría ocupaba la tercera parte superior del cuerpo del pene; sin embargo, no existía un cuello o cervix por debajo de este. Este glándula estaba cubierto por tejido prepucial.

24) El cordón dorsal del pene en este ejemplar de manatí, estaba constituido por tejido muscular. A esta estructura, se le podría considerar como la correspondiente a un báculo.

25) La disposición de las estructuras internas del cuerpo peniano de esta cría tuvieron una mayor semejanza con la disposición descrita en dugongos; donde el cuerpo esponjoso en la porción del glándula es central; y en resto del cuerpo del pene, se ubicaba en la región ventral.

26) El cuerpo cavernoso en esta cría no llegaba a la porción apical o glándula. Este cuerpo era impar como en dugongos; siendo central en la porción media y basal del cuerpo peniano. Por lo tanto, sólo había un tabique pectiniforme central ramificado; a diferencia de lo reportado para *T. senegalensis*, con un cuerpo cavernoso pareado.

27) Las características generales del timo de este ejemplar, corresponden a la descripción de un timo infantil por: 1) ser una glándula bilobulada bien desarrollada; 2) en su interior, estaba constituida por numerosos timocitos de tipo A y B, distribuidos en una amplia zona cortical; y 3) la zona medular reducida carecía de corpúsculos de Hassál.

28) Por último, las diversas observaciones como: 1) la talla corporal del manatí en estudio; 2) el mesénquima de la corteza superior renal indiferenciado; 3) el reducido peso testicular con túbulos seminíferos obliterados, con presencia únicamente de espermatogonias tipo A y B; 4) la triestratificación de la corteza adrenal con una zona fascicular amplia; y 5) el timo bilobulado bien desarrollado y la carencia de corpúsculos de Hassal en la zona medular reducida, son criterios suficientes para corroborar que este ejemplar efectivamente era una cría.

29) Finalmente, se considera importante mencionar la necesidad de continuar con trabajos integrativos sobre la biología y ecología de la especie mexicana de manatí, ya que a través de estas investigaciones, se podrá entonces establecer una estrategia adecuada de conservación para esta especie vulnerable, así como la preservación de su ambiente.



## AGRADECIMIENTOS

- Esta tesis se realizó dentro del Laboratorio de Invertebrados de la Facultad de Ciencias, UNAM, bajo la dirección del M. en C. Juan Luis Cifuentes Lemus, a quien quiero agradecer de manera muy especial su gran apoyo, su valiosa asesoría y sugerencias a lo largo del presente trabajo.
- Agradezco inmensamente al Dr. Anelio Aguayo Lobo, Coordinador del Proyecto de Mamíferos Marinos Mexicanos en el Laboratorio de Vertebrados, Facultad de Ciencias, UNAM, por su continuo apoyo y asesoría para el desarrollo de éste trabajo, así como su valiosa y trascendente labor formativa.
- Quisiera agradecer al Dr. Raúl Pineda y a los integrantes del Laboratorio de Parasitología de la Escuela de Biología en la Universidad Juárez de Tabasco, UJAT, por su apoyo en la búsqueda de parásitos en el espécimen trabajado en éste estudio. De igual manera, quiero agradecer a los maestros titulares Arlette Hernández F. y Stefan Arriaga W., por su asesoría, apoyo y la gran amistad que me han brindado siempre. Muchas gracias.
- Agradezco enormemente la ayuda desinteresada que me brindaron las Cooperativas de Pescadores de los Municipios de Emiliano Zapata y Balancán, Tabasco.
- Agradezco a la Secretaría de Pesca del estado de Tabasco, por el apoyo brindado al Proyecto de Investigación para la Conservación del Manatí, al expedir los permisos para la captura, marcaje y liberación de manatíes; así como para la recolección de organismos muertos.
- Mi profundo agradecimiento a la Maestra Marcela Aguilar por su valiosa ayuda, gran interés y acertadas recomendaciones en la labor histológica. De igual forma, quiero agradecer a las Maestras Ma. Carmen Uribe y Cristina González por sus valiosas opiniones y sugerencias durante la realización del trabajo y por su labor de jurados.

- Quiero agradecer la enorme ayuda, apoyo y amistad que me han brindado los integrantes del Laboratorio de Microcine de la Facultad de Ciencias: al M. en C. Alejandro Martínez M., Pablo Robles B. y Mardocheo Palma M., por realizar la cuidadosa labor para la toma de microfotografías. Deseo agradecer de igual forma a Anabel Bieler A. y Antonio Hernández G., por su apoyo en el trabajo de revelado y ampliación de material fotográfico incluido dentro de éste trabajo.

- Quiero agradecer a Mardocheo Palma, Ana Benito, Antonio Hernández y a Oscar Flores, por el gran apoyo brindado en la labor de cómputo, proceso e impresión del presente trabajo.

- De manera muy especial, quiero agradecer el continuo apoyo, estímulo y cariño que me ha brindado Carlos Álvarez F. durante la realización del presente trabajo; así como sus comentarios críticos.

- Agradezco el estímulo de la M. en C. Pilar Torres y a las Dras. Lourdes Segura y Ma. Ana Fernández del Laboratorio de Invertebrados. A mis compañeras de trabajo dentro del mismo Laboratorio: Marcela Frías, Imelda Hernández, Lidia Ramírez y Patricia Hernández, agradezco su estímulo, amistad y compañerismo. A Marcela Frías quiero agradecerle también su apoyo, así como las importantes sugerencias para el desarrollo del presente trabajo.

## REFERENCIAS

- Allsop, H. 1961. Putting Manatees to Work. *New Scientist* No. 263. p: 548-549.
- Alvarez, F.C., A. Aguayo y L. Johnson. 1987. Observaciones del manatí, *Trichechus manatus* en la Región media del Río Usumacinta. Simposio Internacional sobre la Ecología y Conservación del Delta de los Ríos Usumacinta y Grijalva. Ponencia presentada en Villahermosa, Tabasco. Feb. 1987. 11 pp. en prensa.
- Alvarez del Toro, M. 1977. Mamíferos de Chiapas. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México. 147 pp.
- Andrew, W. 1959. Textbook of Comparative Histology. Ed. Oxford Univ. Press. N.Y. p: 435-450.
- Barret, O.W. 1935. Notes Concerning Manatees and Dugongs. *J. Mamm.* Vol. 16. p: 216-220.
- Banks, W.J. 1986. *Histología Veterinaria Aplicada*. Ed. El Manual Moderno. México. 730 pp.
- Barnes, L.G., D.P. Domning y C.E. Ray. 1985. Status of Studies on Fossil Marine Mammals. *Marine Mamm. Sci.* 1 (1): 15-53. ed. Soc. for Mar. Mamm.
- Baughman, J.L. 1946. Some early notices on American manatees and the mode of their capture. *J. Mamm.* Vol.27 No. 2. p: 234-239.
- Bertram, G.C.L. y C.K. Bertram. 1962. Manatees of Guyana. *Nature* No. 4861. (Dec. 29, 1962). p: 1329.
- Best, R.C. 1981. Foods and feeding habits of wild and captive Sirenia. *Mamm. Rev.* Vol. 11. No. 1. : Blackwell Sci. Publ. G. Brit. p: 3-29.
- Best, R.C. 1982. Seasonal Breeding in the Amazonian manatee, *Trichechus inunguis* (Mammalia: Sirenia). *Biotropica* 14 (1). Notes. p: 76-78.
- Best, R.C., G.A. Ribero, M. Yamakoshi y V.M.F. Da Silva. 1982. Artificial feeding for unweaned Amazonian manatees. *Trichechus inunguis*. Reprint Int. Zoo. Yearbook. Vol. 22. p: 263-267.

- Bonde, R.K., T.J. O'Shea y C.A. Beck. 1984. Manual of Procedures for the salvage and necropsy of carcasses of the West Indian Manatee (*Trichechus inunguis*). U.S. Fish and Wildlife Ser.; NTIS. Document No. PB83-255273. Gainesville, Fla.
- Brydeh, M.M. 1972. Development of viscera. Cap. IV. In: Growth and Development of Marine Mammals. p: 59, 63 y 65.
- Buergelt, C.D. y R.K. Bonde. 1983. Toxoplasmic meningoencephalitis in a West Indian Manatee. Jour. Amer.Vet. Med. Asoc. 185: 1331-1334.
- Buergelt, C.D., R.K. Bonde, C.A. Beck y Th. J. O'Shea. 1984. Pathologic Findings in Manatees in Florida. Jour. Am. Vet. Med. Asoc. Vol. 185. No. 11. p: 1331-1334.
- Bulloch, Th. H., D.P. Downing y R. C. Best. 1980. Evoked brain potentials demonstrate hearing in manatee (*Trichechus inunguis*). J. Mamm. Vol. 61. No. 1. p: 130-133.
- Caldwell, D.K. y M.C. Caldwell. 1985. Manatees. In: Handbook of Marine Mammals. edit. S.H. Ridgway y R. Harrison. Vol. 3.: The Sirenians and Baleen Whales. p: 33-68.
- Campbell, H. W. y D. Gicca. 1976. Reseña preliminar del estado y distribución del manatí, (*Trichechus manatus*) en México. National Fish and Wildlife Lab. (NFWL), Gainesville, Fla. p: 1-11.
- Colmenero L.C. 1984: Nuevos registros del manatí (*Trichechus manatus*) en el Sureste de México. An. Inst. Biol. Univ. Nac. Aut. de Méx. No. 54. Ser. Zool. 1). p: 243-254.
- Colmenero L.C. y E. Hoz. 1986. Ecología y Comportamiento del manatí *Trichechus manatus*, en el Municipio de Emiliano Zapata, Tabasco. IX Reunión Int. para el Estudio de Mamíferos Marinos. La Paz, B.C.S., México. 28 pp.
- Colmenero L.C. 1986. Aspectos de la Ecología y comportamiento de una colonia de manatíes (*Trichechus manatus*) en el Municipio de Emiliano Zapata. An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. Méx. Ser. Zool. (2). p: 589-602.
- De Blase, A. y R.E. Martin. 1974. A manual of mammalogy. Ed. W.M.C. Brown Comp. Pub.
- De Monte, T. y G. Pilleri. 1970. Notes on the constituents of the urine in some species of Cetaceans. In: Investigations on Cetacea. Ed. Pilleri. Vol. II. p: 223.

- De Smet, W.M.A. 1977. The position of the testes in Cetaceans. In: Functional anatomy of marine mammals. Ed. R.J. Harrison. Vol. 3. p: 361-385.
- Di Fiore, M.S.H. 1961. An Atlas of Human Histology. (reimpresión de la 1a. ed.) Les & Febiger. Phil. Pub. p: 132-137.
- Domning, D.P. 1980. Feeding position preferences in Manatee (*Trichechus*). Jour. Mamm. Vol. 61(3). p: 544-547.
- Domning, D.P. y A.C. Myrick Jr.. 1980. Tetracycline Marking and the Possible Layering Rate of bone in an Amazonian Manatee (*Trichechus inunguis*). Rep. Inst. Whal. Comm. (Special issue 3). p: 203-207.
- Domning, D.P. 1981. Distribution and Status of Manatees. *Trichechus* spp. Near the Mouth of the Amazon River, Brazil. Contribution No. 9 from the Department of Aquatic Mammal Biology, INPA, Manaus, Brazil. p: 85-95.
- Domning, D.P. y L.A.C. Hayek. 1986. Interspecific and intraspecific morphological variations in manatees. (Sirenia: *Trichechus*). Marine Mamm. Sc. (2). p: 87-144.
- Doran, C.A. 1984. Estudios Socioeconómicos del Municipio de Emiliano Zapata, Tabasco. (Tesis) Esc. de Agric. de Guad., Jal. México.
- Etheridge, K., G.B. Rathbun, J.A. Powell y H.I. Kochman. 1985. Consumption of aquatic plants by the West Indian Manatee. J. Aquat. Plant Manage. 23. p: 21-25.
- Farmer, M., R.E. Weber, J. Bonaventura, R.C. Best y D.P. Domning. 1978. Propriedades funcionais de hemoglobina e sangue completo em um mamífero aquático, o peixe-boi amazonico (*Trichechus inunguis*). Supl. Acta Amazonica 8(4).p: 311-321.
- Fawcett, D.W. 1942. A comparative study of blood vascular bundles in the Florida manatee (*Trichechus latirostris*) and in certain Cetaceans and Edentates. J. Mamm. 71. p: 105-133.
- Gallivan, G.J. 1980. Hypoxia and Hypercapnia in the Respiratory control of the Amazonian Manatee (*Trichechus inunguis*). Physiol. Zool. 53(3): 254-261. Univ. Chicago.
- Gallivan, G.J. y R.C. Best. 1980. Metabolism and Respiration of the Amazonian Manatee (*Trichechus inunguis*). Physiol. Zool. 53(3): 245-253. Univ. Chicago.
- Gallivan G.J., R.C. Best y J.W. Kanwisher. 1983. Temperature regulation in the Amazonian manatee. *Trichechus inunguis*. Physiol. Zool. 56 (2). p: 255-262.

- Gallo, J.P. 1983. Notas sobre la distribución del Manatí (*Trichechus manatus*) en las costas de Quintana Roo. An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. de Méx. 53 (1982), Ser. Zool. (1): 443-448, 28-XII-1983.
- García, E. 1978. Apuntes de Climatología. Offset Larios. México, D.F. UNAM.
- Gahr, M. y C. Kraus. 1970. Quantitative investigations on the Cetacean kidney. In: Investigations on Cetacea. Ed. G. Pilleri. Vol. II. p: 168-176.
- Gray, H. 1977. Anatomy, Descriptive and Surgical. Eds. T. Pickering and R. Howden. Bounty Books, N.Y. p: 986-1023.
- Gunter, G. y A. Perry. 1983. A 1981 Sighting of the *Trichechus manatus* in Mississippi. J. Mamm. 64 (3) p: 513.
- Guyton, A.C. 1977. Tratado de Fisiología Médica. Ed. Interamericana. México. p: 438- 451; 1013-1022.
- Hall, A. 1984. Man and manatee: can we live together. Nat. Geog. Mag. Vol. 166. No. 3. p: 400-413.
- Harrison, R.J. 1969. Endocrine organs: Hypophysis, Thyroid and Adrenal. In: The Biology of Marine Mammals. Ed. Andersen, H.T. Academic Press, N.Y. p: 349-390. Cap. 9.
- Harrison R.J. y J.E. King. 1980. Marine Mammals. Anchor Press. Ltd. Essex. p: 162-174.
- Hartman, D.S. 1969. Florida's manatees. Mermaids in peril. Nat. Geog. Mag. Vol. 136. No. 3. p: 342-353.
- Hartman, D.S. 1979. Ecology and Behavior of the manatee (*Trichechus manatus*) in Florida. Reviews. J. Mamm. Vol.61 (3). p: 577-579.
- Hayman, L.H. 1979. Hyman's Comparative Vertebrate Anatomy. 3rd. Edit. Ed. Marvalee H.W.. University of Chicago Press. p: 603-613.
- Heinsohn, G.E. 1976. WG 4 Sirenians Draft Report. FAO. Sc. Consult. on Marine Mamm. Bergen, Norway. ACMRR'MM'SC'WG 4-1. p: 1-21.
- Hildebrand, M. 1972. Anatomía y Embriología de los Vertebrados. Ed. Limusa. México.
- Husar, S.L. 1978. *Trichechus manatus*. Mammalian Species. No. 93. p: 1-5. Jan. 6. American Soc. of Mamm.

- Irvine A.B., F.C. Neal, R.L. Jenkins, P.T. Cardeilhac, J.A. Popp y F.H. White. 1980. Clinical Observations on captive and free-ranging West Indian manatee, *Trichechus manatus* in Florida. *Aquatic Mammals* 8. p: 2-10.
- Johnson, L., A. Aguayo L. y C. Alvarez F. 1987. Morfometría del Manatí, *Trichechus manatus*, en el Estado de Tabasco, México. Ponencia presentada en el "Simposio Internacional sobre Mastozoología Latinoamericana. AMAC y AMS." Can Cun, Q. Roo, México, Junio de 1987. 25pp.
- Jong, W.W., A. Zweers y M. Goodman. 1981. Relationship of Aardvark to Elephants, Hyraxes and Sea Cows from alpha-crystallin sequences. *Nature*. Vol. 292. No. 5823. p: 538-540.
- Kleinschmidt, T., J. Czelusniak, M. Goodman y G. Braunitzer. 1986. Paenungulata: a comparison of the hemoglobine sequences from elephant, hyrax and manatee. *Immunogenetics* 3(5). p: 277-283.
- Kochman, H.I., G.B. Rathbun y J.A. Powell. 1985. Temporal and Spatial distribution of Manatees in Kings Bay, Crystal River, Florida. *Jor. Wildl. Manage.* 49(4). p: 921-924.
- Leake, L.D. 1975. *Comparative Histology: An Introduction to the Microscopic Structure of Animals*. Academic Press. p: 707.
- Leeson, C.R. y Th. S. Leeson. 1977. *Histología*. Ed. Interamericana. Méx. 3ª edic. p: 441-448.
- Leonhardt, H. 1977. *Histología, Citología y Microanatomía Humana*. Edit. Salvat. 4a. edición. Barcelona, España.
- Lluch, B.D. 1964. Notas sobre la captura y transporte de algunas ejemplares de manatí (*Trichechus manatus*). En: *Algunas Observaciones sobre mamíferos acuáticos*. Pub. No. 19. Inst. Nac. de Inv. Biol. Pesq. Direc. Gral. de Pesca e Ind. Conex. Sria. de Ind. y Com. 10 pp.
- Lluch, B.D. 1965. Algunas notas sobre la biología del manatí. *Anales del Inst. Nac. de Inv. Biológico-Pesqueras*. Vol. I. p: 405-419.
- Marsh, H., G. E. Heinsohn y T. D. Glover. 1984 a. Changes in the Male reproductive organs of the Dugong, *Dugong dugong* (Sirenia: Dugongidae) with age and reproductive activity. *Aust. J. Zool.* 32. p: 181-201.
- Marsh, H., G. E. Heinsohn y L. M. Marsh. 1984 b. Breeding cycle, Life history and population dynamics of the Dugong, *Dugong dugong* (Sirenia: Dugongidae). *Aust. J. Zool.* 32. p: 767-768.

- Nishiwaki, M., M. Yamaguchi, S. Shokita, S. Uchida y T. Kataoka. 1982. Recent Survey on the distribution of the African Manatee. Sc. Rep. Whales Res. Inst. No. 34. p: 137-147.
- Odell, D.K. et al. 1978. A preliminary analysis of organ weights and sexual maturity in the West Indian Manatee (*Trichechus manatus*). Proc. Workshop Nat. Fish and Wildlife Serv. Orlando, Fla. p: 52-65.
- Odell, D.K., D.J. Forrester y E.D. Asper. 1981. Preliminary analysis of organ weights and sexual maturity in the West Indian Manatee, *Trichechus manatus*. pp. 52-65, In The West Indian Manatee in Florida. Proceedings of a workshop held in Orlando, Florida, 27-29 Marzo 1978. (R.L. Brownell y K. Ralls, eds.). Florida Dept. of Natural Resources, Tallahassee, Fl.
- O' Shea, Th. J., J.F. Moore y H.I. Kochman. 1984. Contaminant Concentrations in Manatees in Florida. Jour. Wildl. Manage. 48(3). p: 741-748.
- Patt, D.I. y G.R. Patt. 1969. Comparative vertebrate histology. Harper and Row Pub. N.Y. p: 284-298; 264-281.
- Petit, G. 1955. Ordre des Sireniens. *In*: Traite de Zoologie XVII. Ed. P. Grasse. Masson et Cie., Paris. p: 919-1001.
- Powell, J.A., D.W. Belitsky y G.B. Rathbun. 1981. Status of the West Indian Manatee (*Trichechus manatus*) in Puerto Rico. J. Mamm. Vol. 62. No. 3. p: 642-646.
- Powell, J.A. y G.R. Rathbun. 1984. Distribution and Abundance of Manatees along the Northeast coast of the Gulf of Mexico. Northeast Gulf Science. Vol. 7. No. 1. p: 1-28.
- Quiring, D.P. 1943. Weight data on five whales. J. Mamm. Vol. 24. No. 1. p: 39-44.
- Quiring, D.P. y Ch. Harlan. 1953. On the anatomy of the manatee. J. Mamm. Vol. 34. No. 1. p: 192-199.
- Rathbun, G.B., J.A. Powell y G. Cruz. 1983. Status of the West Indian Manatee in Honduras. Biol. Conserv. 26. p: 301-308.
- Rathbun, G.B., Ch. A.Woods y J. A. Ottenwalder. 1985. The manatee in Haiti. Oryx Mag. Vol. 19. No.4. p: 234-236.
- Reynolds, J.E. 1979. Internal and External Morphology of the Manatee (sea cow). Anat. Rec. 193. p: 663.



- Ridgway, S. 1972. Thyroid and adrenal gland. In: Mammals of the Sea: Biology and Medicine. Ch. Thomas Pub. Springfield, Ill. USA. p: 386-392.
- Ronald, E., et al. 1978. Biological Synopsis of the manatee. College of Biol. Sc. Univ. of Guelph, Ontario. IDRC-TS 13e. Ottawa. 112 pp.
- Sirenia Project. U.S. Fish and Wildlife Service. National Ecology Center. Publications. 1974-1987.
- Timm, R. M., L. Albuja V. y B. L. Clauson. 1986. Ecology, Distribution, Harvest, and Conservation of the Amazonian Manatee *Trichechus inunguis* in Ecuador. Biotropica 18 (2). p: 150-156.
- Villa, B. y L. C. Colmenero. 1981. Presencia y distribución de los manatíes o Tlacamichin, *Trichechus manatus*, Linnaeus, 1758. en México. An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Zool. (1). p: 703-708.
- White, J.R. 1984. Man can save the manatee. Nat. Geog. Mag. Vol. 166. No. 3. p: 414-418.
- Yamasaki, F., S. Komatsu y T. Kamiya. 1980. A Comparative Morphological Study on the tongues of Manatee and Dugong (Sirenia). Sci. Rep. Whales Res. Inst. No. 32. p.: 127-144.