

Ref. 137



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias
Departamento de Biología

**Descripción Histológica del Aparato Digestivo
del Charal Chirostoma jordani, (Pisces, Acan-
thopterygii, Atherinidae).**

T E S I S

Que para obtener el título de:

B I O L O G O

p r e s e n t a :

JAIME PORTILLA DE BUEN

Asesores: Dra. Elvira Estrada Flores
M. en C. Jorge Tolosa Sánchez

México, D. F.

1984



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.

INDICE

RESUMEN

1.0 INTRODUCCION.....	Pag.	1
1.1 ANTECEDENTES.....	"	1
1.2 POSICION TAXONÓMICA DE <u>Chirostoma jordani</u>	"	2
1.3 HABITOS ALIMENTICIOS DE <u>Chirostoma jordani</u>	"	2
1.4 ASPECTOS GENERALES DEL APARATO DIGESTIVO DE TELEOSTEOS	"	3
2.0 OBJETIVO.....	"	6
3.0 MATERIAL Y METODOS.....	"	7
4.0 RESULTADOS.....	"	9
4.1 DESCRIPCION ANATOMICA.....	"	9
4.1.1 BOCA.....	"	9
4.1.2 FARINGE.....	"	11
4.1.3 ESOFAGO.....	"	11
4.1.4 INTESTINO.....	"	13
4.2 DESCRIPCION HISTOLOGICA.....	"	15
4.2.1 CAVIDAD ORAL.....	"	15
4.2.2 FARINGE.....	"	17
4.2.3 ESOFAGO.....	"	22
4.2.4 INTESTINO.....	"	26
4.2.5 RECTO.....	"	29
5.0 DISCUSION Y CONCLUSIONES.....	"	33
6.0 BIBLIOGRAFIA.....	"	41

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS:

Tabla 1. Longitud relativa del intestino a partir de 6 ejemplares de <u>Chirostoma jordani</u> adultos.....	Pag.	10
Tabla 2. Longitud relativa del intestino y su relación con los hábitos alimenticios de los peces.....	"	10
Figura 1. Vista dorsal de una sección frontal de la cabeza de <u>Chirostoma jordani</u>	"	12
Figura 2. Disposición anatómica del intestino en el celoma de <u>Chirostoma jordani</u>	"	14
Figura 3. Fotomicrografías de la cavidad oral en cortes sagitales.....	"	16
Figura 4. Fotomicrografía de un corte transversal de la cavidad oral.....	"	18
Figura 5. Fotomicrografía de un corte sagital de la lengua.....	"	18
Figura 6. Fotomicrografía de una sección sagital de faringe en su porción sensorial.....	"	20
Figura 7. Fotomicrografía de un corte transversal de la porción sensorial de la faringe.....	"	20
Figura 8. Fotomicrografías de cortes longitudinales de la región masticadora faríngea.....	"	21
Figura 9. Fotomicrografías de un corte transversal de esófago.....	"	23
Figura 10. Fotomicrografía de un corte transversal de la zona de transición entre el esófago y el intestino.....	"	25
Figura 11. Fotomicrografías del intestino cefálico en corte sagital.....	"	27
Figura 12. Fotomicrografías del intestino caudal en secciones sagitales.....	"	28
Figura 13. Fotomicrografías del recto.....	"	30
Figura 14. Fotomicrografía de una porción anterior del recto.....	"	32

RESUMEN:

Con el propósito de conocer la histología normal de la boca, faringe, esófago e intestino del charal Chirostoma jordani, Woolman 1894; se sacrificaron 20 ejemplares, posteriormente se obtuvieron los órganos a estudiar y se procesaron siguiendo técnicas histológicas de rutina.

El exámen microscópico reveló que la cavidad oral presenta dos capas: mucosa y submucosa. La mucosa consiste en un epitelio plano estratificado que descansa sobre una membrana basal y un stratum compactum o capa fibrosa subepitelial densa constituida por fibras de colágena. El epitelio se continúa del tegumentario y se caracteriza por presentar gran cantidad de células caliciformes PAS positivas y algunos corpúsculos gustativos dispersos entre las células epiteliales. La submucosa descansa sobre la musculatura esquelética del pez o sobre el periostio de los huesos subyacentes. En la maxila y mandíbula se observaron dientes pequeños del tipo villiforme. Una estructura constituida por un epitelio y tejido conectivo revistiendo a un soporte cartilaginoso, se encontró relacionada con el piso de la cavidad.

Se observaron dos regiones en la faringe: una anterior en la que son muy abundantes los corpúsculos gustativos y células caliciformes, y otra posterior organizada en un aparato masticador faríngeo con cojinetes en los que se insertan dientes villiformes como los de la boca. El stratum compactum se adelgaza hacia la porción posterior y la submucosa descansa sobre una muscular estriada, a la que sigue una adventicia.

El esófago presenta una región extracelómica y una intracelómica. Ambas regiones tienen una mucosa con pliegues longitudinalmente dispuestos; el epitelio es cilíndrico estratificado con numerosas células caliciformes como elementos prevalentes. Carece de una muscularis mucosae y la lámina propia es delgada. Las capas restantes que lo conforman son: submucosa, muscular (interna y externa, ambas constituidas por fibras musculares estriadas) y adventicia o serosa.

El charal carece de un estómago y en su lugar se observa una zona de transición histológica entre el esófago y el intestino.

El intestino es más corto que la longitud total del pez. Anatómicamente se puede distinguir una porción cefálica y otra caudal que incluye al recto. Histológicamente no existen diferencias importantes entre las dos regiones, se observa una mayor complejidad en el plegamiento de la mucosa del intestino cefálico con vellosidades que incluso presentan ramificaciones secundarias. La histología del intestino sigue el plan general descrito para los peces teleósteos; presenta cuatro capas: mucosa, submucosa, muscular y serosa. La submucosa se caracteriza por presentar numerosas células granulares eosinófilas, probablemente eosinófilas.

No se observó una válvula o esfínter separando al recto del intestino. Histológicamente el recto no se pudo distinguir del resto del intestino al seguirse criterios clásicos como lo son la abundancia relativa de células caliciformes y el espesor de la capa muscular. En el caso del charal se caracterizó por presentar pliegues longitudinales similares en su disposición a los observados en el esófago.

1.0 INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

De acuerdo a Rosas (28), de las 35 especies de peces que se explotan en las aguas interiores mexicanas, aproximadamente tan solo el 50% son nativas y el resto han sido introducidas con fines económicos. Entre las nativas, la familia Atherinidae es la más representativa de la ictiofauna dulceacuácola mexicana - con géneros endémicos distribuidos en medios lénticos y lóticos de los Estados de Jalisco, Michoacán, Guanajuato e Hidalgo. -- Chirostoma es el género que mayor importancia económica tiene - entre todos los Atherinidae; y ha sido un grupo de peces tradicionalmente utilizado para la alimentación humana desde tiempos prehispánicos (14). En la actualidad y a partir de 1966, se ha logrado el semicultivo de este género; desde hace algunos años ciertas instituciones han movillizado grandes volúmenes de - huevo embrionado de poblaciones silvestres del charal como los de los lagos de Chapala y Pátzcuaro, para ser introducidos en - varias presas de la República. En estas presas es utilizado co mo pez forrajero de peces carnívoros o para consumo directo de las poblaciones humanas ribereñas (28).

Dada su importancia económica, las especies más conocidas son el pescado blanco (Chirostoma estor) y las diversas especies de charales (Chirostoma jordani, Chirostoma bartoni, Chirostoma grandocule). Hasta el momento los trabajos realizados con este género se han enfocado en algunos aspectos sistemáticos (5, 9,

16, 33), biológicos (5, 32), biogeográficos (11), así como estudios sobre aspectos histológicos del testículo de Chirostoma jordanii (14) y Corpúsculos de Stannius de Chirostoma jordanii y Chirostoma estor (22).

1.2 POSICION TAXONOMICA DE Chirostoma jordanii, (5).

FILO	Chordata.
SUBFILO	Vertebrata.
CLASE	Osteichthyes.
SUBCLASE	Actinopterygii.
INFRACLASE	Teleostei.
GRUPO	Acanthopterygii.
ORDEN	Mugiliformes.
SUBORDEN	Mugiloidae.
FAMILIA	Atherinidae.
GENERO	<u>Chirostoma</u>
ESPECIE	<u>jordanii</u> (Woolman, 1894).

1.3 HABITOS ALIMENTICIOS DE Chirostoma jordanii.

Chirostoma jordanii habita en los pequeños embalses templados y sin malezas acuáticas que se encuentran en los Estados de México e Hidalgo. Como la mayoría de los atherinidos a los que se refiere como charales, presenta un hábito alimenticio zooplánctofago que incluye pequeños crustáceos (cladóceros, copépodos y anfípodos), así como pequeños insectos y sus larvas (28). No -

se especializa en ninguno de estos grupos por lo que suele referirse como un zooplantófago no estricto. En su tubo digestivo fue posible encontrar restos de algas filamentosas y diatomeas que incidentalmente son ingeridas al capturar a sus presas pero que normalmente no constituyen parte de su dieta.

1.4 ASPECTOS GENERALES DEL APARATO DIGESTIVO DE TELEOSTEOS.

El aparato digestivo de los peces es similar en su plan funcional básico y también en lo que a su organización histológica se refiere. En la mayor parte de las especies de teleosteos se puede distinguir una boca, faringe, esófago, estómago e intestino que pueden presentar a su vez varias subdivisiones. En algunos casos se observan válvulas o esfínteres dividiendo diferentes porciones del intestino. La pared del tubo digestivo se encuentra formada principalmente por cuatro capas: mucosa, submucosa, muscular (externa e interna) y serosa. Dos órganos glandulares asociados al intestino que vierten sus secreciones en él son el páncreas y el hígado (17).

Existen, sin embargo, algunas variaciones al plan general de organización del aparato digestivo de los peces en particular y vertebrados en general. Se sabe por ejemplo, que las células caliciformes son comunes a lo largo del epitelio del aparato digestivo, y su distribución entre los diferentes órganos que lo componen, se relaciona con los hábitos alimenticios de la especie. Lo mismo se aplica a la distribución de corpúsculos gustativos en la boca y faringe que en algunos peces se ob

servan incluso en el esófago. La lámina propia difiere de la de los mamíferos en tener un stratum compactum o capa fibroelástica densa y una capa granular constituida principalmente por células con gránulos eosinófilos (7). La muscularis mucosae del esófago, estómago e intestino de los teleosteos es sumamente delgada y difícil de demostrar (7). La generalidad de los teleosteos presentan un estómago bien desarrollado con porciones fúndicas y pilóricas bien desarrolladas, aunque existen algunas especies como la carpa y muchos aterridos incluido Chirostoma jordanii que carecen de este órgano; en su lugar presentan una zona de transición histológica entre el esófago y la primera porción del intestino. Habitualmente el intestino muestra poca diferenciación morfológica en sus diversas regiones, aunque es factible considerar tres regiones anatómicas tomando en cuenta el camino que sigue dentro del celoma; estas regiones son: intestino ascendente, descendente y recto: o bien intestino anterior o cefálico, medio y posterior o caudal.

En general se observa una relación entre el tamaño del intestino y los hábitos alimenticios de los peces. En los planctófagos, carnívoros y zooplanctófagos el intestino es más corto que en peces omnívoros o herbívoros (Tabla II). Se ha sugerido que el área de la mucosa puede compensar la longitud relativa del intestino (4, 25, 26, 31).

Diversos autores han señalado la importancia que tiene el estudio comparativo de la morfología de los diferentes aparatos

y sistemas que integran a los peces pues dan una base que permite complementar la investigación sobre nutrición y patología (6, 12, 20).

2.0 OBJETIVO

En un grupo tan diverso como el que integra a los peces teleósteos, se presentan particularidades en la organización histológica del aparato digestivo que bien pueden ser importantes desde el punto de vista evolutivo o bien variaciones adaptativas al hábito alimenticio de las especies. El objetivo del presente trabajo es describir la organización histológica de la cavidad oral, faringe, esófago, intestino y recto del charal - - Chirostoma jordani.

3.0 MATERIAL Y METODOS

Se utilizaron veinte ejemplares del charal Chirostoma Jordanii que fueron capturados en la presa Carranza del Estado de México.

Todos los peces fueron sacrificados por sección de la médula espinal en su unión con la cabeza. Posteriormente se obtuvo el aparato digestivo y en 6 de ellos se midió la longitud total del pez sin incluir la cola (longitud estándar) y la longitud total del tubo digestivo (esófago más intestino) utilizando un calibrador de acero (Tabla I). El aparato digestivo se seccionó obteniéndose dos porciones, la primera comprendida entre la boca y la porción extracelómica del esófago y la segunda la porción intracelómica junto con el resto del intestino. Los fragmentos de tejido fueron fijados con formol al 10%, líquido de Bouin o fluido de Orth; se obtuvieron los mejores resultados con los fragmentos fijados en Bouin durante 6 horas. Para facilitar el corte, las cabezas de los charales fueron descalcificadas por inmersión en una solución 1:1 de ácido fórmico al 50% y citrato de sodio al 15% durante 48 horas. Posteriormente se deshidrataron en alcohol a concentraciones graduales, se aclararon con xileno y se incluyeron en parafina. Con un microtomo para parafina se hicieron cortes de 4 a 6 micras de espesor; los cortes se deshidrataron, aclararon y montaron siguiendo la técnica de rutina y se tiñeron con las siguientes técnicas: hematoxilina-eosina para la descripción general, ácido peryódico con reactivo de Schiff (PAS) para la determinación de mucopo-

lisacáridos; para determinar la distribución de fibras de colá-
gena, la técnica de Masson; y para fibras elásticas de la ----
Verhoeff-Van Gieson. Todas las técnicas se siguieron de acuer-
do a lo señalado por Sheehan, (29).

4.0 RESULTADOS

La relación existente entre la longitud relativa del intestino (LRI)*, y el hábito alimenticio en el caso de seis ejemplares adultos de Chirostoma jordaní, se resume en las tablas I y II. En la tabla I se presentan las medidas de longitud estandar (longitud total del pez sin incluir la cola), y la longitud total del tracto intestinal (esófago más intestino) a partir de los cuales se obtuvo un coeficiente LRI para el charal, igual a 0.62 ± 0.42 . En la tabla II se presentan los valores LRI en intervalos que, de acuerdo con Al Hussaini (3), definen el hábito alimenticio de la generalidad de los peces. En el caso de Chirostoma jordaní el coeficiente cae dentro de los límites que definen a los peces planctófagos y a los carnívoros.

4.1 DESCRIPCIÓN ANATÓMICA

Tanto la descripción de las características anatómicas generales como las histológicas del tubo digestivo del charal se hará a partir de la cavidad oral y en orden anatómico hasta el ano.

4.1.1. BOCA

La boca es terminal, moderadamente protrusible y con labios delgados, es una cavidad verdadera con techo, piso y paredes laterales. En el piso de la cavidad se presenta una lengua espatulada con su porción anterior libre y la posterior adherida al piso por una estructura membranosa. Los dientes son escasos, villiformes y pequeños; forman varias hileras en cada una de las

*El coeficiente LRI se obtiene dividiendo la longitud total del esófago, estómago e intestino entre la longitud estandar del pez.

Tabla I. Longitud relativa del Intestino (LRI) a partir de 6 ejemplares de Chirostoma Jordani adultos. - Todas las medidas en mm.

	N	\bar{X}	S
Longitud total del cuerpo sin incluir la cola	6	54	7.5
Longitud total de Intestino (esófago más Intestino).	6	33.7	6.9
Longitud total del tracto/ longitud total del pez. (LRI).	6	0.62	0.04

Tabla II. Longitud relativa del Intestino (LRI) y su relación con los hábitos alimenticios de los peces.*

Planctónicos	0.5 - 0.7
Carnívoros	0.6 - 2.4
Omnívoros	1.3 - 4.2
Herbívoros	3.7 - 6.0

* Tomado de Al Hussaini (3); citado por Berry y Low (10).

mandíbulas y en ocasiones son tan pequeños que aún con la ayuda de una lupa es difícil observarlos. Presenta válvulas orales - pequeñas que se encuentran dispuestas en forma de media luna con pliegues invaginados que funcionan como una válvula unidireccional al paso del agua durante los movimientos respiratorios. En la boca es posible observar una serie de pliegues que corren en sentido longitudinal en el techo y algo oblicuos en las paredes hasta los límites anteriores de la faringe.

4.1.2. FARINGE

La faringe es una cavidad verdadera más estrecha que la boca en la que se pueden distinguir dos porciones, una cefálica y otra caudal que corresponde a un aparato masticador faríngeo. - Hacia las paredes laterales se localizan cuatro branquias las cuales presentan branquiespinas moderadamente desarrolladas. - El aparato masticador está formado por tres cojinetes faríngeos; dos de ellos se observan en el techo y se originan por la fusión de los huesos faringobranquiales correspondientes, el otro se dispone en el piso y está formado por la coalescencia de los huesos branquiales de lo que sería un quinto arco branquial. - Estas estructuras presentan insertos numerosos dientes faríngeos villiformes como los mandibulares, los cuales son delgados en su base y ligeramente más anchos y curvos hacia la punta (fig.1).

A la altura de los huesos basibranquiales la mucosa presenta dientes dispuestos longitudinalmente hacia la parte media.

4.1.3. ESOFAGO

El esófago presenta dos porciones, una extracelómica y otra

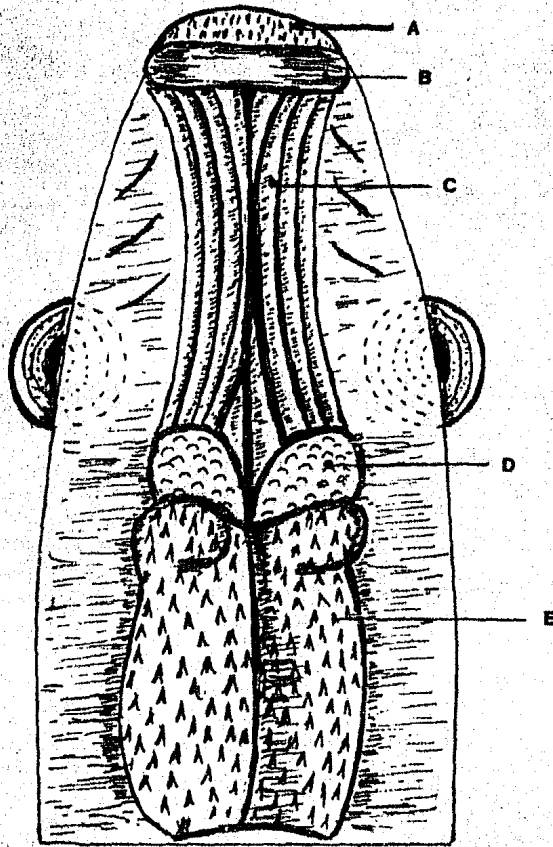


Figura 1.- Vista dorsal de la cabeza en sección frontal en la que se esquemmatizan las siguientes estructuras: A) dientes mandibulares; B) válvula oral dorsal; C) pliegues longitudinales de la mucosa de la cavidad oral; D) papilas en la faringe anterior; E) cojinetes faringeos dorsales en los que se observan insertos numerosos dientes villiformes.

Intracelómica, divididas por el septum transversum. La extracelómica se continúa de la faringe como un tubo corto que se adelgaza al atravesar el septum transversum y luego recobra su anchura original en el punto donde se inicia el intestino.

No se presenta un estómago y el intestino es continuación directa de la porción intracelómica del esófago.

4.1.4. INTESTINO

En el intestino se pueden distinguir dos regiones: una cefálica (ascendente o anterior) y otra caudal (descendente o posterior). El intestino cefálico es la porción del tubo digestivo que se presenta inmediatamente después del esófago; el diámetro de su luz es ligeramente mayor que el de la siguiente porción del intestino y en su región anterior desembocan los conductos hepático y pancreático. En el tercer medio del celoma, el intestino se dispone dando una sola vuelta en espiral siguiendo el sentido de las manecillas del reloj; asciende primero al dorso y posteriormente se dirige en sentido del eje mayor, longitudinal y ventralmente hasta abrir en el ano, por delante de la papila urogenital (fig. 2). Esta última porción corresponde al intestino caudal que se estrecha poco a poco en su trayecto hasta el final. Cabe señalar, que la descripción anterior solo es válida si se hace la disección por el costado izquierdo del pez.

A lo largo del tubo digestivo, desde el esófago hasta el ano, corren venas tributarias de la portal hepática rodeadas de

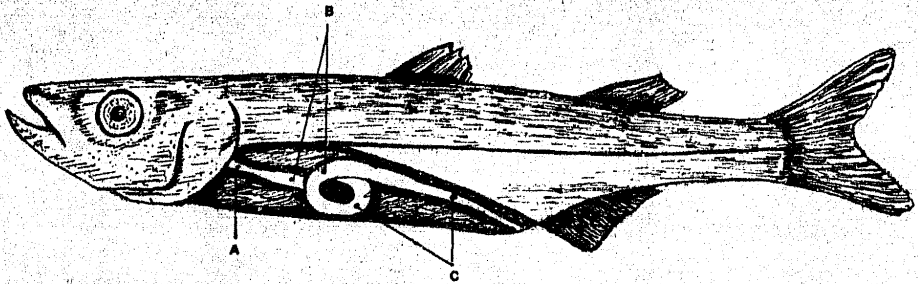


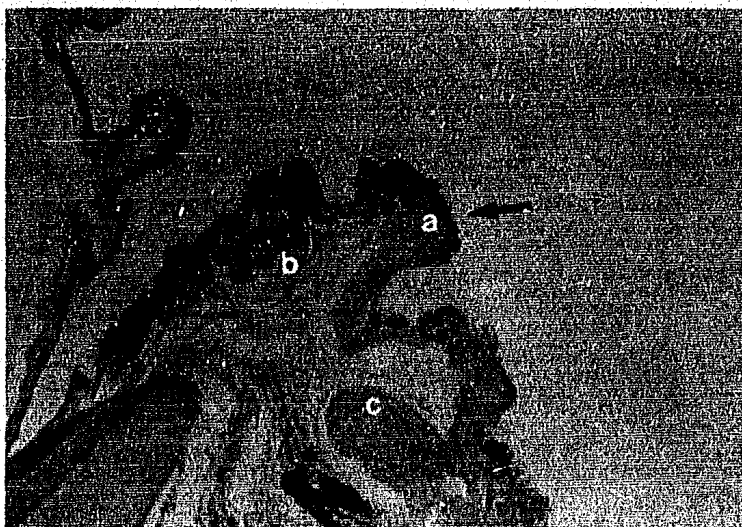
Figura 2.- Vista lateral del charal Chirostoma jordani en la que se muestra la disposición del tubo digestivo en el celoma. A) esófago intracelómico; B) Intestino cefálico; C) Intestino caudal.

tejido adiposo (2), asimismo se disponen acines pancreáticos - perivasculares que representan la porción exócrina del páncreas. Estos mismos, al distribuirse alrededor de los vasos sanguíneos del hígado, forman una región pancreática Intrehepática.

4.2. DESCRIPCION HISTOLOGICA

4.2.1. CAVIDAD ORAL

La mucosa de la cavidad oral está formada por un epitelio plano estratificado. Por debajo de la membrana basal se observa una capa gruesa formada por fibras conjuntivas dispuestas en forma paralela, muy compactas y carentes de células. Se tiñe de verde con la técnica de Masson, de rojo con la de ----- Verhoeff-Van Gieson y es ligeramente PAS positiva. La mucosa se proyecta en una serie de pliegues más desarrollados en las válvulas orales y en las porciones laterales del techo de la boca (fig. 3). Estos pliegues se observan como pequeñas proyecciones de la mucosa y dan la apariencia de ser papilas filiformes o foliadas (fig. 4), sin embargo, al revisarse esta porción con el microscopio estereoscópico es posible apreciar que en realidad se trata de pliegues continuos a lo largo de la mucosa y no de papilas. Intercaladas en el epitelio, se presentan células caliciformes pequeñas y abundantes así como numerosos corpúsculos gustativos dispersos en casi todos los puntos de la cavidad; éstos son estructuras fusiformes o esferoidales cuyo eje mayor va de la lámina subepitelial a la superficie -- del epitelio; la capa fibrosa subepitelial se interrumpe y per



A



B

Figura 3.- Fotomicrografías de cortes sagitales de la región anterior de la cavidad oral. En A se muestra la mucosa del piso; y en B la del techo. Las estructuras señaladas son: a) epitelio plano estratificado; b) stratum compactum; c) nervio en corte transversal y d) vaso sanguíneo. Las flechas señalan células caliciformes. PAS, 64X.

mite el paso de los capilares sanguíneos y nervios que establecen relación con estas estructuras.

La submucosa está constituida por tejido conectivo laxo areolar en el que se distinguen, además de las células típicas del conectivo, (mesenquimatosas, fibroblastos, macrófagos, células granulares), pequeños vasos sanguíneos, nervios y algunos linfocitos. La submucosa del techo descansa sobre los huesos subyacentes y la del piso sobre fibras musculares estriadas -- dispuestas en forma longitudinal con relación al eje mayor del pez.

La lengua (fig. 5) es una estructura oval que se proyecta desde el piso de la cavidad oral; está constituida por mucosa y submucosa que revisten a un soporte cartilaginoso. La organización histológica de la lengua es similar a la del resto de la cavidad oral sólo que el epitelio se observa con un mayor número de capas celulares. Las células caliciformes son aparentemente más numerosas en la porción dorsal de la lengua y los corpúsculos gustativos no se presentan en la porción ventral. La capa fibrosa subepitelial se continúa de la de la cavidad. La submucosa es ligeramente más densa que la del resto de la cavidad oral; el cartílago es de tipo hialino y no se observa ningún tipo de musculatura relacionada con él ni con la lengua.

4.2.2. FARINGE

Ya se mencionó que en la faringe anatómicamente se pueden-

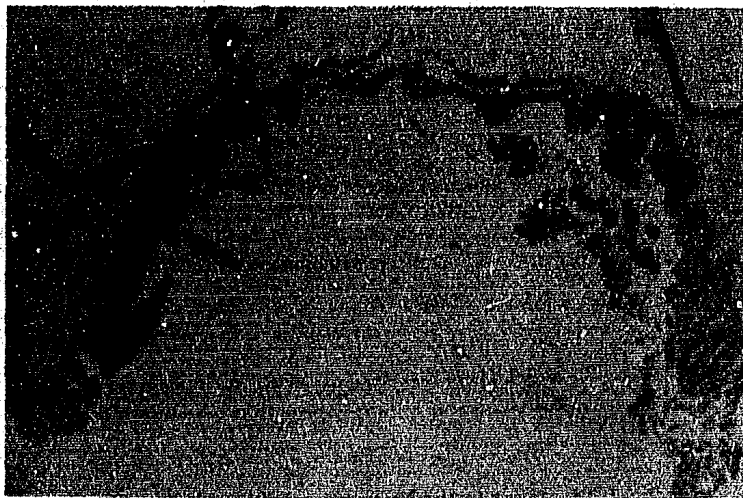


Figura 4.- Fotomicrografía de un corte transversal de la cavidad oral en la que se distinguen pliegues longitudinales de la mucosa del techo (flecha).

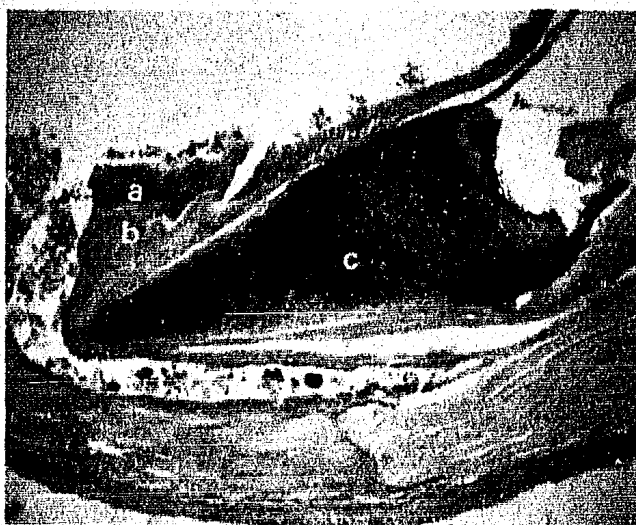


Figura 5.- Fotomicrografía de la lengua en un corte medial, a) epitelio plano estratificado; b) tejido conjuntivo denso; c) soporte de cartilago hialino.

distinguir dos porciones, una cefálica o anterior y otra caudal o posterior. En la primera es posible distinguir una mayor cantidad de corpúsculos gustativos y células caliciformes (fig. 6). La mucosa se dispone formando verdaderas papilas, asimismo el epitelio es semejante al de la boca y descansa también sobre una capa fibrosa subepitelial (fig. 6). La submucosa está constituida por tejido conectivo de aspecto más laxo que el de la boca y es aparentemente más gruesa; en las paredes laterales de la porción anterior se puede observar una delgada lámina de tejido conectivo con aptencias tintoriales similares al del tejido conectivo de la zona reticular de la dermis de la piel de mamíferos: se tiñe de rojo con la técnica de Masson y es ligeramente PAS positiva (fig. 7). Por debajo de esta lámina delgada es posible determinar la presencia de fibras musculares estriadas. En las demás zonas de la faringe, después de la submucosa, se encuentra una capa de fibras musculares estriadas que se disponen algunas de ellas, las más cercanas a la submucosa, longitudinalmente; y otras, las más periféricas, en forma circular. Por debajo de la muscular es posible observar en algunas zonas una adventicia muy delgada.

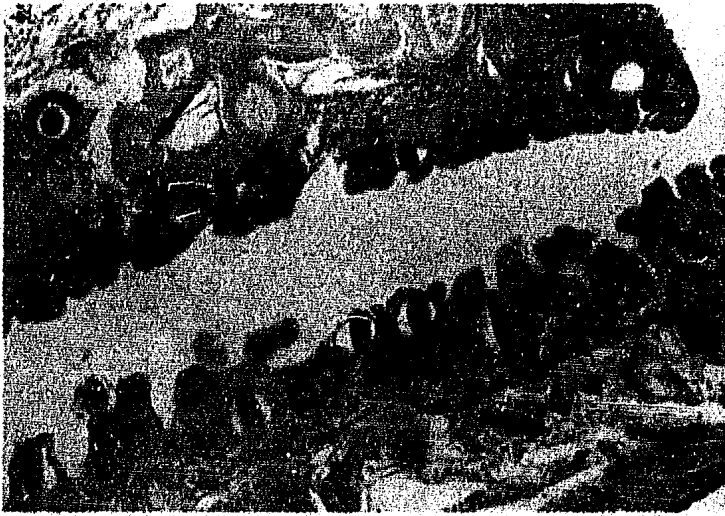
La constitución histológica de la mucosa de los cojinetes faríngeos (fig. 8), que se encuentran en la región masticatoria dorsal y ventral es la de un epitelio cilíndrico estratificado con escasas células caliciformes y corpúsculos gustativos. Las células caliciformes se distribuyen hacia los lados y bases



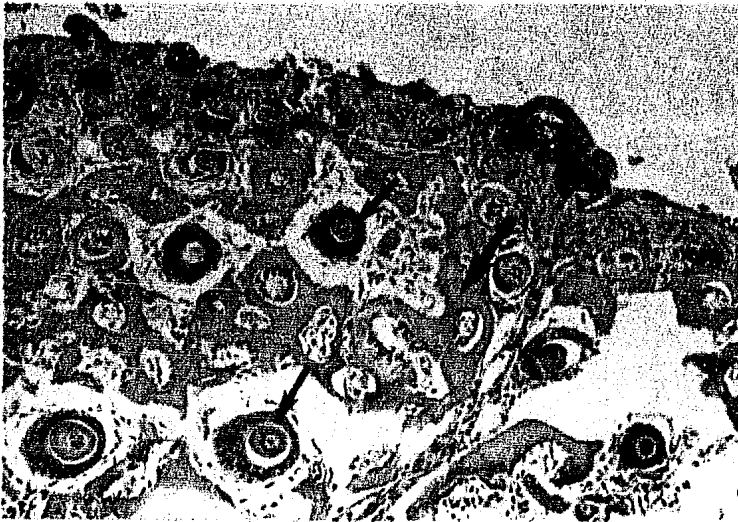
Figura 6.- Fotomicrografía de un corte sagital de la región sensorial en el techo de la faringe. Se observan dos papilas con corpúsculos gustativos (flecha delgada), células caliciformes en la superficie del epitelio (flecha corta y gruesa), y el stratum compactum (flecha larga y gruesa) que limita a la mucosa de la submucosa. Técnica de PAS, 160 X.



Figura 7.- Fotomicrografía de un corte transversal de la porción sensorial de la faringe en el que se destacan los pliegues de la mucosa hacia las paredes de la cavidad. Se señala un corpúsculo gustativo (flecha delgada) y tejido conectivo con aptencias tintoriales similares a las de la dermis de los mamíferos. Técnica de Masson, 64 X.



A



B

Figura 8.- Fotomicrografías de cortes longitudinales de la región masticadora de la faringe. En A se muestra una sección medial de los cojinetes dorsal y ventral. En B una sección sagital de un cojinete dorsal. Se observan dientes faringeos en corte transversal (flechas delgadas) y las láminas óseas que forman los alveolos de inserción (flecha gruesa en B). Verhoeff-Van Gieson, 64 X.

de las papilas que se presentan en los cojinetes, algunas de ellas no son PAS positivas. Los corpúsculos gustativos se localizan principalmente en los ápices de las papilas que se encuentran entre los pequeños pliegues mucosos que sirven de inserción a los dientes faríngeos. En esta zona la membrana basal no está bien delimitada y la capa fibrosa subepitelial -- prácticamente desaparece. La lámina propia-submucosa está formada por tejido laxo areolar, en ella se pueden observar pequeñas placas de tejido óseo las cuales corresponden a porciones de los huesos faringobranquiales.

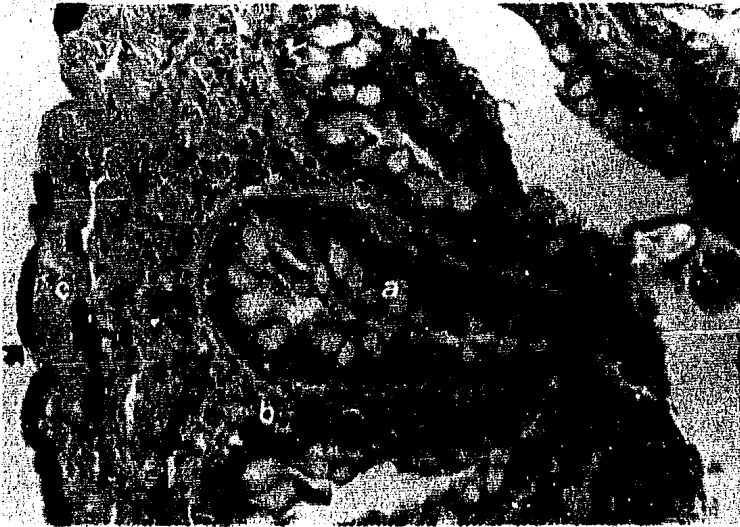
4.2.3 ESÓFAGO

El esófago presenta dos segmentos, uno intracelómico y otro extracelómico; en ellos se distinguen cuatro capas: mucosa, submucosa, muscular y adventicia (en la porción extracelómica) o serosa (en la intracelómica).

Los pliegues de la mucosa del esófago (fig. 9) se disponen longitudinalmente, son más o menos altos con criptas profundas, dispuestos en forma contigua en la parte anterior y más bajos e inclinados en dirección caudal en la posterior. El epitelio es cilíndrico estratificado con abundantes células calcificantes con un contenido PAS positivo, que se distribuyen en los bordes de los pliegues y en las criptas; la lámina propia se observa constituida por una lámina fibrosa similar a la observada en la faringe pero constituida por fibras de colágena menos compactas. En algunas porciones del esófago se pueden ob-



A



B

Figura 9.- Fotomicrografías de un corte transversal de esófago. En A una vista panorámica de la porción intracelómica. En B un detalle de la misma en la que se señalan: a) epitelio constituido principalmente por grandes células caliciformes; b) lámina propia - submucosa; c) muscular del órgano. Obsérvese la gran cantidad de pigmento en la serosa (flecha. H y E. A, 25 X; B, 128 X.

servar pequeños grupos de linfocitos localizados en la lámina propia inmediata a las criptas.

La submucosa es muy compacta y se encuentra invadida por fibras de músculo estriado que penetran incluso hasta la lámina propia en algunos de los pliegues más bajos, lo cual no permite distinguir un límite preciso entre la muscular y la submucosa. La organización es muy similar al de un esfínter, sin embargo se puede distinguir en la muscular propiamente una capa interna longitudinal y una externa circular, la primera se encuentra invadida por tejido conectivo que contiene melanina.

En la porción extracelómica del esófago es posible distinguir después de la muscular una adventicia constituida por tejido conjuntivo laxo sin ninguna particularidad. En la porción intracelómica se puede distinguir que después de la muscular existe una delgada zona vascular por donde se distribuyen pequeños vasos sanguíneos; posteriormente se presenta la serosa, constituida típicamente por células mesoteliales y tejido conectivo, en el cual es posible distinguir gran cantidad de melanina.

Entre el esófago y el intestino cefálico se observa una transición gradual entre las estructuras y número de pliegues mucosos (fig. 10). Poco a poco el epitelio estratificado se va transformando en un epitelio cilíndrico simple y las células caliciformes tienden a distribuirse sólo hacia la porción



Figura 10.-Fotomicrografía de un corte transversal de la zona de transición entre el esófago y el intestino. La flecha señala una porción con epitelio cilíndrico simple característico del intestino.

libre o apical del pliegue, que en porciones más distales a esta zona ya se observan como vellosidades típicas del intestino. Gradualmente la capa muscular presenta cada vez menos fibras musculares estriadas y en su lugar se presentan musculares lisas; la disposición de las fibras cambia; en la porción cercana a la submucosa se disponen en sentido circular y las de la periferia en sentido longitudinal.

4.2.4 INTESTINO

El intestino se encuentra formado por cuatro capas concéntricas; mucosa, submucosa, muscular y serosa (fig. 11 y 12).

La mucosa está constituida por un epitelio cilíndrico simple en el que se distinguen principalmente dos tipos celulares: células cilíndricas con núcleos basales y un borde libre definido, y células caliciformes dispersas entre las primeras. El epitelio descansa sobre una membrana basal y una lámina propia constituida por tejido conjuntivo de tipo reticular. No se observa una muscularis mucosae, la submucosa es muy delgada y presenta las mismas características histológicas que la lámina propia. La lámina propia-submucosa es fuertemente PAS positiva y en ella es posible distinguir diversos tipos de leucocitos y células con gránulos eosinófilos. La muscular está poco desarrollada; se constituye por dos capas de músculo liso, una interna circular y otra externa longitudinal entre las cuales se pueden distinguir elemen



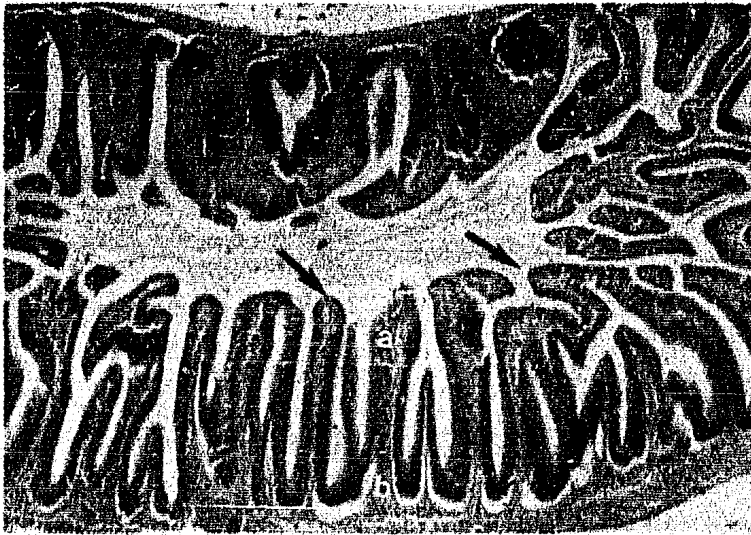
A



B

Figura 11.- Fotomicrografías del intestino cefálico en corte sagital. En A una vista panorámica en la que se observan proyecciones de la mucosa formando vellosidades (flechas). En B se muestra un detalle de las vellosidades en la que se señalan células caliciformes (flechas delgadas) entre el epitelio cilíndrico simple con su borde libre característico. La flecha gruesa señala un linfocito en la lámina propia.

Hy E. A, 25 X; B, 160 X.



A



B

Figura 12.- Fotomicrografías del intestino caudal en secciones sagitales. En A una panorámica del intestino en una porción cercana al recto en la que se destacan vellosidades más bajas y anchas que las observadas en el cefálico (flechas). En B se señala una célula granular eosinófila en la lámina propia-submucosa. a) epitelio cilíndrico simple; b) lámina propia-submucosa; c) muscular del órgano. H y E. A, 25 X; B, 160 X.

tos nerviosos que constituyen una parte del plexo mioentérico (Auerbach). La serosa es delgada, se constituye por una capa muy fina de tejido conjuntivo revestido por células planas mesoteliales.

Prácticamente no existen diferencias en la constitución histológica del intestino cefálico y el caudal, sin embargo la mucosa del primero presenta proyecciones que forman vellosidades intestinales y le confieren cierta complejidad. La complejidad del plegamiento disminuye paulatinamente hacia la porción caudal y el recto, zonas en las cuales ya no se observan vellosidades.

4.2.5 RECTO

Hacia la porción final del intestino caudal se puede distinguir histológicamente un recto (fig. 13). La mucosa es similar a la del resto del intestino pero hacia la abertura anal el epitelio columnar gradualmente se transforma en uno cúbico o plano estratificado. Las células caliciformes son elementos comunes en la mucosa del recto. A diferencia de las demás regiones del intestino, los pliegues en el recto no forman vellosidades y son más delgados, de apariencia digitiforme y se disponen en hileras longitudinales en forma similar a los pliegues del esófago. La muscular del recto está formada por una capa interna circular y una externa longitudinal que es apreciablemente más gruesa que la del resto del tubo intestinal; esta característica se manifiesta sobre

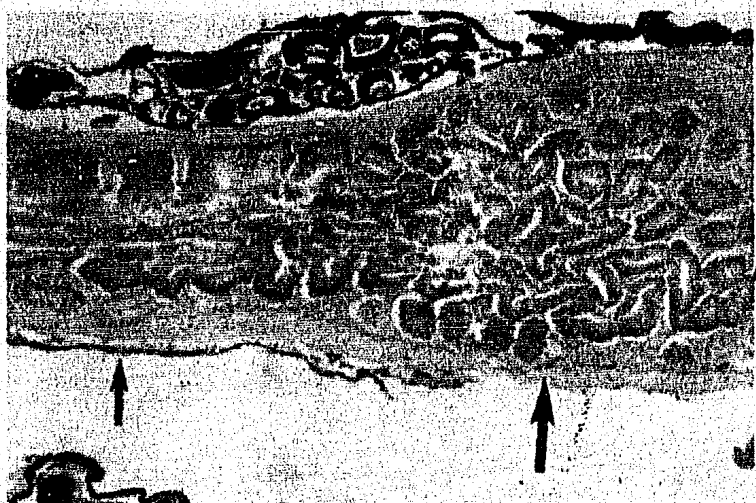


Figura 13.- Fotomicrografías del recto. En A, se presenta un corte sagital en el que se observa una porción posterior del intestino caudal (flecha delgada) y el recto (flecha gruesa). En B un detalle de las capas musculares del recto (a) circular interna y b) longitudinal externa), entre las cuales se distingue una parte del plexo mioentérico de Auerbach (flecha gruesa). H y E. A, 25 X; B, 160 X.

todo hacia el ano. La submucosa es de aspecto más laxo y en ella se distinguen pequeños vasos sanguíneos que se pueden encontrar invariablemente en el eje mayor de la lámina propia -- (fig. 14). La serosa, al igual que la del esófago, presenta gran cantidad de pigmento; por lo demás es similar a la del -- resto del intestino.

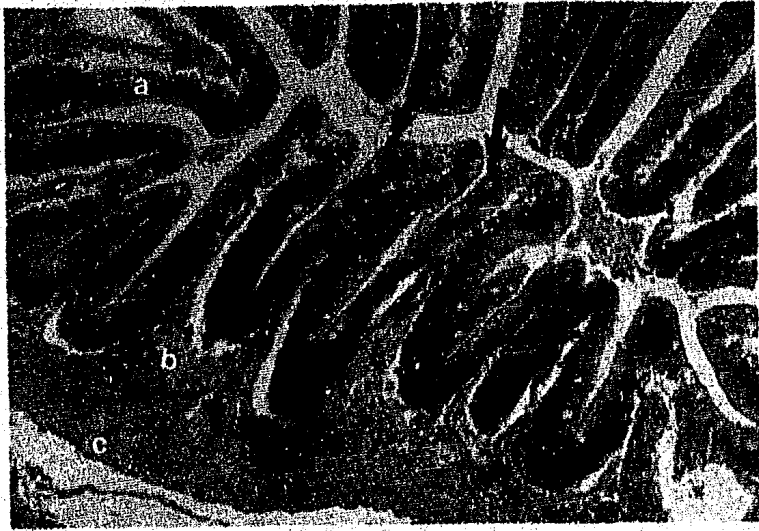


Figura 14.- Fotomicrografía de un corte transversal del recto hacia su porción anterior en el que se destaca la vascularización de la lámina propia-submucosa (flecha delgada). Se observan también numerosas células caliciformes (flechas gruesas). a) epitelio cilíndrico simple; b) lámina propia-submucosa; c) muscular del órgano. H y E, 64 X.

5.0 DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los detalles histológicos observados en la cavidad oral de Chirostoma jordani no presentan diferencias importantes con el plan general descrito para teleósteos (7, 8), ni con otras especies zooplantófagas como Rita rita (1) y el aterínido Atherina forskall (2). En todos los casos la mucosa de la cavidad oral presenta corpúsculos gustativos y células caliciformes que, en términos de abundancia relativa, siguen un patrón similar en las especies zooplantófagas consideradas. La capa fibrosa subepitelial descrita para Ch. jordani corresponde al stratum compactum observado en la mayoría de los teleósteos. Ashley (8), la designa como una capa fibroelástica de material no celular como elemento característico de teleósteos, Al Hussaini (2,4), las describe como fibras de conjuntivo fuertemente empaquetadas en las que se distinguen núcleos de células del conjuntivo. En el caso del charal no se observan núcleos de células del conjuntivo en esta capa; sin embargo, con la técnica de Masson pudo determinarse que se trata de colágena; además es ligeramente PAS positiva, características histoquímicas que concuerdan con las descritas por Bullock (12) para el stratum compactum del intestino de los salmónidos. En el charal se observó esta capa sólo en la boca y faringe y no así en el esófago e intestino como en el caso de salmónidos. En la boca y faringe el stratum compactum cumple una función de sostén de la mucosa y además, junto con el moco producido por las células caliciformes,

mes que lubrican al epitelio, protege contra posibles desgarres producidos por material cortante o abrasivo (v.g., proyecciones de la cutícula de artrópodos).

En el presente estudio se observó que la faringe se puede dividir en dos porciones funcionales con relación al aparato digestivo: una sensorial y otra masticadora. Los criterios que se utilizaron para distinguir ambas regiones se basaron en que la primera presenta mayor número de corpúsculos gustativos y células caliciformes que la segunda, además esta última presenta dientes faríngeos organizados en un aparato masticador. En la porción anterior se llevan a cabo dos funciones: la selección del alimento que será digerido y el inicio de la formación del "bolo alimenticio". En la segunda la presa es triturada y con la ayuda del aparato masticador es dirigida hacia el esófago.

En los teleosteos es común encontrar gran cantidad de células caliciformes en el esófago (8, 15). En Chirostoma Jordanii el esófago es el órgano del aparato digestivo que presenta mayor cantidad de células caliciformes las cuales son, en términos generales, más grandes que las de otras porciones del aparato digestivo. Se ha propuesto que la gran cantidad de células secretoras de moco en el esófago proporciona una matriz que envuelve al material alimenticio y protege a la mucosa intestinal contra la abrasión (19). En general, las células caliciformes que se encuentran en el aparato digestivo presentan un contenido PAS positivo; esta reacción indica la presencia de glucóli-

pidos, glucógeno, mucoproteínas o mucopolisacáridos neutros -- principalmente (22). Numerosas especies de teleósteos presentan la submucosa esofágica invadida por fibras musculares estriadas (1, 4, 15); en el charal estas fibras alcanzan incluso la lámina propia de los pliegues más bajos. En la generalidad de los teleósteos, la capa muscular del esófago está constituida por una capa longitudinal interna y otra circular externa - de músculo estriado. Por otra parte algunos peces sin estómago como Atherina forskali (2) presentan un esfínter entre el esófago y el intestino. Es probable que en el charal el conjunto de la musculatura externa y la que invade la submucosa funcione como un esfínter, convirtiendo al esófago en una cavidad virtual que no permite el reflujo, desde el intestino, del material alimenticio que se empieza a digerir.

La presencia de un estómago es una característica predominante en los peces (7, 8, 27); sin embargo Chirostoma jordani al igual que otros peces, no presenta este órgano y en su lugar se observa una zona de transición entre el esófago y el intestino. Existe un acuerdo general en que la ausencia del estómago en algunos peces es un carácter morfológico secundario y no se relaciona con la naturaleza de la dieta (1, 2). En los peces sin estómago es común encontrar una región ensanchada del intestino, que se continúa del esófago, conocida como bulbo o ensanchamiento intestinal (1, 2, 10). En algunas especies llega a ser tan grande que anatómicamente asemeja un estó

mago, pero no tiene la estructura glandular característica del órgano (1). En Chirostoma jordani el bulbo intestinal no es anatómicamente bien conspicuo y en él se observa un complejo patrón de proyecciones de la mucosa. Se ha propuesto que el bulbo intestinal es un área de almacenamiento del alimento; pero si se toma en cuenta que el conducto hepatopancreático abre al intestino cefálico en su porción anterior, se puede sugerir -- que la digestión se inicia en esta región (10). El hecho de -- que en Chirostoma jordani la primera porción del intestino, que en otros peces correspondería al bulbo intestinal, presente -- proyecciones de la mucosa cuya función es el aumentar la superficie de absorción y la presencia de un conducto hepatopancreático, apoya la hipótesis de que la digestión se inicia en esta estructura.

El intestino es quizás el órgano con menos diferencias en su detalle histológico entre los teleósteos. Chirostoma jordani presenta un epitelio intestinal en el que dominan las células columnares, entre las cuales se observan dispersas numerosas células caliciformes. Las células columnares se especializan en la absorción, como lo indica la presencia de un borde -- libre (microvellosidades) bien definido. Las caliciformes presentan un contenido PAS positivo a través de toda la longitud del intestino que se asocia con la presencia de mucopolisacáridos ácidos (31). Dispersas tanto en la base del epitelio, como también en la lámina propia-submucosa se observaron leucocit

tos de diferentes tipos, y células granulares eosinófilas. Estas últimas son también elementos comunes de la submucosa del esófago y el recto. En relación a estas células, Berry y Low (10) postulan la hipótesis de que la cantidad de células granulares se presenta en relación inversa a la complejidad y cantidad de proyecciones de la mucosa intestinal; es decir, a aquellas especies que tienen vellosidades intestinales cortas y escasas son especies que presentan un gran número de células granulares, formando incluso un estrato granuloso bien definido; mientras que, las que tienen vellosidades largas y abundantes son especies con un escaso número de células granulares. Chirostoma jordaní es un ejemplo de este último caso y el precario número de células granulares eosinófilas parece apoyar la hipótesis propuesta por esos autores. Al Hussaini (4), propone que las células granulares pueden tener una función de almacenamiento o secretora; posiblemente relacionada con la actividad de la lipasa y/o la elaboración de zimógeno y probablemente también se relacionen con la inmunidad general de la mucosa intestinal por la producción de antitoxinas. Bullock (12) ha hecho una revisión de los tipos de células granulares descritas en diferentes especies y ha destacado la falta de atención que se les da como elementos siempre presentes en el intestino. Andrew y Hickman (7), señalan que en la mayoría de los peces óseos estas células presentan gránulos basófilos en lugar de acidófilos, por lo que muchos autores -

...

las han considerado como células cebadas. En Chirostoma Jordan sólo se observaron células con gránulos eosinófilos y se consideró que probablemente sean eosinófilos con fundamento en una descripción de estos leucocitos efectuada por Silya y Murillo como parte de un estudio hematológico de la macarela (30), y por el hecho de que, como indican Patt y Patt (27), en los peces adultos los granulocitos se diferencian tanto en el bazo como en la submucosa del intestino. Sin embargo es necesario realizar las pruebas histoquímicas adecuadas para poder caracterizar y concluir algo acerca de la naturaleza de las mismas.

Ni en el intestino ni en el resto de los órganos que integran el aparato digestivo de Chirostoma Jordan se observó una muscularis mucosae. Ham (21) señala que esta estructura probablemente permite movimientos localizados de la mucosa modificando de esta manera la morfología de sus pliegues. Considerando que Chirostoma Jordan presenta un intestino sumamente delgado en su sección transversal, es posible que el movimiento producido por la capa muscular del órgano sea suficiente para acomodar las superficies de absorción al material en proceso de digestión.

Algunos peces carnívoros que tienen el hábito de ingerir grandes porciones de alimento, en ocasiones presas aún vivas (como lo hace Chirostoma Jordan a pesar de ser zooplanctófa- go) presentan un stratum compactum con la función de mantener

...

la integridad de las paredes del intestino contra una posible extensión repentina y violenta del tubo digestivo (13). Chirostoma jordani carece de esta estructura pero la lámina propia-submucosa se constituye por tejido conectivo reticular -- con abundantes fibras de colágena que confluyen al intestino la resistencia suficiente para mantener su integridad.

En muchos teleosteos existe una válvula intestinal que se para al intestino del recto (7, 8, 20). en el caso de Chirostoma jordani no se observó una estructura de este tipo. - - Jacobshagen (23), menciona que la región rectal no se presenta en peces sin estómago, sin embargo, y de acuerdo con Al--- Hussaini (2) esta generalización no es válida ya que en muchos peces sin estómago se presenta una válvula intestino-rectal.- En este sentido la carencia de una válvula intestino-rectal en Chirostoma jordani es una característica particular a esta especie y probablemente su desaparición es de carácter secundario, como lo es también la falta de estómago. Por lo demás - en el recto se pueden distinguir las características del plan general de los peces: pliegues más altos que paulatinamente se hacen bajos y anchos, en comparación a los del resto del - intestino; un engrosamiento evidente de la muscular que facilita el paso del material de defecación hacia el ano y células calciformes más abundantes que en el resto del intestino. - Esta última característica no es bien conspicua en el charal; Liem (22), a propósito de lo anterior, encontró que en el --

sinbránquido Monopterus albus, el número relativo de células caliciformes presentes en el recto es una característica que depende directamente del estado nutricional del pez y por lo tanto propone que no se debe usar como una característica diferencial del recto en relación con el resto del intestino.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Ahsan-ul-Islam.: (1951). The comparative histology of the alimentary canal of certain teleost fishes. Proc. Indian Acad. Sci. 33B, 297
2. Al-Hussaini.: (1947). The anatomy and histology of the alimentary tract of the plankton feeder Atherina forskall (Rup). J. Morph. 80, 251
3. Al-Hussaini, A. H. (1947). The feeding habits and the morphology of the alimentary tract of some teleosts living in the neighbourhood of the the Marine station, Ghardaga: (Red. Sea). Pub. Ma. Bid. Sta. Ghardaga. -- (5):4-61. Citado por Berry y Low (9).
4. Al-Hussaini.: (1949). On the functional morphology of the alimentary tract of some fishes in relation to differences in their feeding habits. Quart J. Micr. Sci. 90, 109.
5. Alvarez del Villas, J. y Navarro, L.: (1957). Los Peces del Valle de México. Folleto Secretaría de Marina, México.
6. Anderson, B.G. y Mitchum, D.L.: (1974). Atlas of Trout histology. Wyoming Game and Fish Department, Cheyenne, Wyoming. pp 110.
7. Andrew, W. Y. Hickman, C.P.: (1974). Histology of the vertebrates, a comparative text. Saint Louis; C.V. --- Mosby Co. pp 439.
8. Ashley, L.W.: (1975). Comparative fish histology. En: Pathology of fishes. W.E. Ribelin y G. Migaki eds. Madison: University of Wisconsin Press, U.S.A.
9. Barbour, C.D.: (1976). Redescription and taxonomic --- status of Chirostoma comprosum, a mexican atherinid -- fish. Copeia. (1):277.

10. Berry, P.Y. y Low, M.P.: (1970). Comparative studies on some aspects of the morphology and histology of -- Ctenopharyngodon idellus, Aristichthys nobilis, and -- their hybrid (Cyprinidae). Copeia. (4) : 708.
11. Buen, F. de: (1946). Ictiogeografía continental mexicana (I, II y III). Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. 8, (1-4) : 82.
12. Bullock, W.L.: (1963). Intestinal histology of some -- salmonid fishes with particular reference to the histopathology of acanthocephalan infections. J. Morph. 112, 23.
13. Burnstock, G.: (1959). The morphology of the gut of -- the brown trout (Salmo trutta). J. micr. Sci. 100, 183.
14. Cárdenas, R.: (1982). Descripción histológica del testículo de Chirostoma Jordani. Tesis de licenciatura: E.N.E.P. Ixtacala, U.N.A.M.
15. Czullo, H. R.: (1975). Intestinal histology of Fundulus heteroclitus with observations on effects of starvation. En: Pathology of Fishes. W.E. Ribelin y G. Migaki eds. Madison: University of Wisconsin Press, U.S.A.
16. Cuesta, T.C.: (1931). Chirostoma sanoni sp. Anales del I. B., México 2,3.
17. Fänge, R.: Grove, D.: (1979). Digestion. En: Fish physiology. Edited by Hoar, W.S.; Randall, D.J. y Brett, J.R. Vol. VIII Bioenergetics and growth. pp 161-260. -- Academic Press, N. Y.
18. Gallardo, C.M.: (1977). Contribución al estudio del charal de chapala Chirostoma chapalei. Atherinidae, mugiliforme. Tesis profesional. Fac. de Ciencias, Depto. de Biología. U.N.A.M.

19. Grigis, S.: (1952). On the anatomy and histology of the alimentary tract of an herbivorous bottom feeding cyprinoid fish, Labeo horie (Cuvier). J. Morph. 90, - 317.
20. Grizzle, J. M. y Rogers, W.A.: (1976). Anatomy and Histology of the channel catfish. Agricultural Experiment Station, Auburn, Alabama.
21. Ham, A.W.: (1975). Tratado de Histología. Séptima ed. Interamericana, México.
22. Hernández, R. y Tolosa, J.: (1983). Localización y características histoquímicas de los Corpúsculos de Stannius en Chirostoma Jordaní y Chirostoma estor. Vet. Mex. 14:(2)
23. Jacobshagen, E.: (1937). Hand d. vergl. Anat. de Wirbeltiere, ed. por Bolk. Bd. 3, Chap. 4. Berlin and Wien. Citado por Al-Hussaini (2).
24. Liem, K. F.: (1967). Functional morphology of the integumentary, respiratory and digestive Systems of the synbranchoid fish Monopterus albus. Copeia. (2):375.
25. Pasha, K.: (1946 a). The anatomy and histology of the alimentary canal of the omnivorous fish Mystus (Macrones) gulio (Ham). Proc. Indian Acad. Sci. 54B, 211.
26. Pasha, K.: (1946). The anatomy and histology of the alimentary canal of the herbivorous fish, Tilapia mossambica (Peters). Proc. Indian Acad. Sci. 54B, 340.
27. Patt, D.I. y Patt, R.G.: (1969). Comparative Vertebrate Histology. Harper and Row Pub., N.Y.; U.S.A.
28. Rosas, M.M.: (1976). Peces dulceacuícolas que se explotan en México y Datos sobre su cultivo. - - - C.E.E.S.T.E.M. (2), México.
29. Sheehan, D.C.: (1973). Theory and practice of histotechnology. The C.V. Mosby Co., St. Louis.

30. Silva, M.P. da y Murillo, J.: (1970). Hematology of - the spanish mackerel, Scomberomorus maculatus. Copeia (1).
31. Sis, R.F.; Ives, P.J.; Jones, D.M.; Lewis, D.H. y --- Haonsly, W.E.: (1979). The microscopic anatomy of the esophagus, stomach and intestine of the channel ----- catfish, Ictalurus punctatus. J. Fish Biol. 14, 179.
32. Solórzano, P.A.: (1961). Contribución al conocimiento de la biología del charal prieto del lago de Pátzcuaro, Mich. Tesis profesional. Escuela Nacional de --- Ciencias Biológicas, I.P.N.; México.
33. Solórzano, A.; López, Y.: (1965). Nueva especie de -- Chirostoma capturada en la laguna de Victoria o de -- Santiago Tilapa, Estado de México. (Pisc. Atherin.) - Ciencia, Mex. 24, (3 y 4).