

**ESTUDIO HISTOLOGICO DEL SISTEMA DIGESTIVO DE *Mugil liza*  
(VALENCIENNES, 1836) y *Lutjanus synagris* (LINNAEUS, 1758)  
(PISCES: MUGILIDAE y LUTJANIDAE)**

**MARIA DEL ANGEL MARTINEZ RODRIGUEZ**

**UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO  
FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA  
Bogotá  
2006**

**ESTUDIO HISTOLOGICO DEL SISTEMA DIGESTIVO DE *Mugil liza*  
(VALENCIENNES, 1836) y *Lutjanus synagris* (LINNAEUS, 1758)  
(PISCES: MUGILIDAE y LUTJANIDAE)**

**MARIA DEL ANGEL MARTÍNEZ RODRÍGUEZ**

**Trabajo de grado para optar al título de Biólogo Marino**

**Directora**

**ESPERANZA GONZÁLEZ**

**Bióloga Marina Docente UJTL**

**UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO**

**FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA**

**Bogotá**

**2006**

# ACEPTACIÓN

---

**JURADO**

---

**JURADO**

**BOGOTÁ, FEBRERO DE 2006**

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio se desarrolló con el apoyo de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, siendo un trabajo personal puesto que no estuvo enmarcado dentro de ninguna línea de investigación, conté con el apoyo en cuanto a materiales, algunos reactivos y las instalaciones en los laboratorios del Rodadero y de Bogotá (excepto al final).

A mi directora de tesis Esperanza, por su paciencia, guía y apoyo a pesar de algunas dificultades.

Con todo el amor del mundo quiero agradecer a mis padres, quienes me brindaron su apoyo y sabios consejos en momentos de indecisión y bloqueo; a mis hermanos: David por su tolerancia y ayuda en fotografías y Diego, por su paciencia tratando de entender un mundo desconocido para él. A mi tía y abuelita por sus oraciones y cariño, así como unas cuantas dosis de afán.

A mi corazoncito, Oscar, quiero agradecerte desde el apoyo en la parte técnica (prestarme tu pc por tanto tiempo, manejo de software, herramientas, trucos, backups, bajar información de internet), pasando por untarte de vísceras y quedar oliendo a pescado, hasta el súper apoyo que me brindaste en las crisis intelectuales y disciplinarias; apoyo rodeado de amor y firmeza, elementos claves para lograr lo que se quiere.

A todos mis amigos y compañeros de la u, que de una u otra forma aportaron grandes granos de arena: alex, alejo, arnold, cami, caro, chulo, david, diego, juan, matiz, pachito, polo, rafa y los que se me escapan en este momento.

A todo el combo del teatro: naty, caro, johana, jessica, lucy, guillo, diani, por escucharme y a la vez aprender algo de lebranche y pargo.

A los pescadores por ayudarme a conseguir la base de este estudio; a gisel, pili, polo, charlie, don hernán por toda su ayuda en los laboratorios.

A la flaca, estés donde sea, en cualquier punto del cosmos, se que estás en mi memoria y mi corazón, y las cosas que aprendí cuando estuviste en esta dimensión, las apliqué y sigo haciéndolo!

Y por último doy un abrazo inmenso y una sonrisa gigante a la madre naturaleza, quien es mi guía y compañera en este sendero que es la vida, gran regalo de nuestro Padre Creador.

## CONTENIDO

	pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	13
<b>1. METODOLOGÍA</b>	19
1.1 FASE DE CAMPO	19
1.2 FASE DE LABORATORIO	19
1.2.1 Identificación	19
1.2.2 Manejo de individuos	19
1.2.3 Extracción de órganos	20
1.2.4 Procedimiento histológico	21
1.3 ANÁLISIS DE PLACAS	25
<b>2. RESULTADOS</b>	27
2.1 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DEL TUBO DIGESTIVO	27
2.1.1 <i>Lutjanus synagris</i>	27
2.1.2 <i>Mugil liza</i>	31

2.2 DESCRIPCIÓN HISTOLÓGICA DEL TUBO DIGESTIVO	35
2.1.1 <i>Lutjanus synagris</i>	36
2.1.2 <i>Mugil liza</i>	53
<b>3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>69</b>
<b>4. CONCLUSIONES</b>	<b>81</b>
<b>5. RECOMENDACIONES</b>	<b>84</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>85</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>91</b>

## LISTA DE CUADROS

	pág.
<b>Cuadro 1:</b> Procedimiento inicial en el manejo de las muestras	21
<b>Cuadro 2:</b> Marcha de coloración	24
<b>Cuadro 3:</b> Longitud intestinal relativa <i>Lutjanus synagris</i>	30
<b>Cuadro 4:</b> Longitud intestinal relativa <i>Mugil liza</i>	34
<b>Cuadro 5:</b> Diferencias de órganos a nivel morfológico	69
<b>Cuadro 6:</b> Longitud Intestinal Relativa	71
<b>Cuadro 7:</b> Principales diferencias histológicas entre el pargo	79
<b>Cuadro 8:</b> Principales diferencias histológicas entre el lebranche	80

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
<b>Figura 1:</b> Medidas tomadas a los individuos	20
<b>Figura 2:</b> Barras de Leuckart	22
<b>Figura 3:</b> Micrótopo tipo Minot	22
<b>Figura 4:</b> Tiras de parafina	23
<b>Figura 5:</b> Cambio de reactivo de las placas en canastilla	24
<b>Figura 6:</b> Placas montadas con entellán	25
<b>Figura 7:</b> Microscopio binocular	26
<b>Figura 8:</b> Estructura básica del tubo digestivo del pargo	27
<b>Figura 9:</b> Cavidad bucofaríngea	28
<b>Figura 10:</b> Intestino y ciegos pilóricos	29
<b>Figura 11:</b> Estructura básica del tubo digestivo del lebranche	31
<b>Figura 12:</b> Esquema del estómago del lebranche	33
<b>Figura 13:</b> Intestino	33
<b>Figura 14:</b> Esófago de pargo 100x	36
<b>Figura 15:</b> Esófago 10x	37
<b>Figura 16:</b> Músculo estriado 100x	38
<b>Figura 17:</b> Epitelio de la mucosa del cuerpo del estómago	39
<b>Figura 18:</b> Glándulas gástricas del cuerpo del estómago	40
<b>Figura 19:</b> Submucosa 40x	41
<b>Figura 20:</b> Muscular propia 100x	42
<b>Figura 21:</b> Disposición general del píloro 10x	43
<b>Figura 22:</b> Vaso capilar en la submucosa del píloro 100x	43
<b>Figura 23:</b> Glándulas en dos coloraciones distintas 40x	44
<b>Figura 24:</b> Epitelio cilíndrico simple 100x	44
<b>Figura 25:</b> Ciego pilórico, disposición general 100x	45
<b>Figura 26:</b> Intestino anterior 100x	46
<b>Figura 27:</b> Intestino medio 5x	47



<b>Figura 28:</b> Muscular propia y submucosa del intestino medio 40x	47
<b>Figura 29:</b> Epitelio intestino medio 100x	48
<b>Figura 30:</b> Intestino posterior	48
<b>Figura 31:</b> Mucosa del intestino posterior	49
<b>Figura 32:</b> Vista general del hígado	50
<b>Figura 33:</b> Conducto biliar	50
<b>Figura 34:</b> Capilar en el hígado	51
<b>Figura 35:</b> Vista general de páncreas 5x	52
<b>Figura 36:</b> Vaso sanguíneo	53
<b>Figura 37:</b> Vénula 100x	53
<b>Figura 38:</b> Islotes de Langerhans	54
<b>Figura 39:</b> Esófago de lebranche	55
<b>Figura 40:</b> Submucosa del esófago 10x	55
<b>Figura 41:</b> Mucosa y submucosa del esófago	56
<b>Figura 42:</b> Receptor gustativo	57
<b>Figura 43:</b> Unión esófago-estómago 10x	58
<b>Figura 44:</b> Vista general del estómago	58
<b>Figura 45:</b> Submucosa del estómago anterior 100x	59
<b>Figura 46:</b> Mucosa del estómago anterior	59
<b>Figura 47:</b> Mucosa del estómago anterior	60
<b>Figura 48:</b> Estructura general del estómago posterior 5x	61
<b>Figura 49:</b> Células glandulares del estómago posterior 100x	61
<b>Figura 50:</b> Epitelio cilíndrico simple 100x	62
<b>Figura 51:</b> Estómago posterior 5x	62
<b>Figura 52:</b> Intestino anterior 5x	63
<b>Figura 53:</b> Submucosa del intestino anterior 40x	64
<b>Figura 54:</b> Mucosa del intestino anterior 100x	64
<b>Figura 55:</b> Submucosa 100x	65
<b>Figura 56:</b> Hígado 5x	65
<b>Figura 57:</b> Conducto en el hígado	66
<b>Figura 58:</b> Vasos sanguíneos	66
<b>Figura 59:</b> Páncreas de lebranche 5x	67
<b>Figura 60:</b> Páncreas	68

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
<b>ANEXO A:</b> Ubicación taxonómica de los peces	89
<b>ANEXO B:</b> Sistema digestivo en peces	91
<b>ANEXO C:</b> Formato de datos	92
<b>ANEXO D:</b> Tabla de datos <i>Lutjanus synagris</i>	93
<b>ANEXO E:</b> Tabla de datos <i>Mugil liza</i>	94
<b>ANEXO F:</b> Preparación para un litro de paraformaldehído neutro al 4% en solución buffer	95
<b>ANEXO G:</b> Técnica Histológica	96
<b>ANEXO H:</b> Método de a zocarmine-anilina azul de Heidenhains	98

## GLOSARIO

**ACINO:** pequeño saco cuyas paredes están formadas por células secretoras. Los productos de la secreción son dirigidos hacia su luz y recogidos por canales excretores compartidos por varios acinos, que se agrupan en racimo formando una glándula acinosa.

**APICAL:** relacionado con el extremo terminal de un órgano o elemento.

**ANASTOMOSIS:** unión de elementos anatómicos con otros del mismo organismo, especialmente, la comunicación entre vasos sanguíneos.

**BENTOS:** animales y plantas que viven ligados a los fondos marinos y continentales.

**CHAPA ESTRIADA:** conjunto de microvellosidades (proyecciones digitiformes) que se encuentran sobre células epiteliales relacionadas con los procesos de absorción.

**DIGITIFORME:** presenta forma de dedo: cilindro con punta redondeada.

**EXOCITOSIS:** proceso mediante el cual una célula secreta ciertas sustancias.

**FOVEOLA O FOSITA GÁSTRICA:** inflexión del epitelio que permite la comunicación entre las glándulas gástricas y la luz del estómago, para transportar allí las enzimas secretadas.

**FORMACIONES SERPIGINOSAS:** agrupación de las células gástricas serosas a modo de ondulaciones, como si se estuvieran extendiendo.

**GLUCAGÓN:** hormona polipeptídica segregada por el páncreas; activa el sistema de adenilato ciclasa a través de los receptores de membrana de las células blanco y antagoniza el efecto fisiológico de la insulina.

**HACES LONGITUDINALES:** agrupación de algunas fibras musculares en corte longitudinal.

**INSULINA:** hormona polipeptídica del páncreas endocrino; su presencia extra pancreática y su consideración como hormona neuro-intestinal, hacen de ella uno de los más amplios agentes reguladores metabólicos.

**INVAGINACIÓN:** doblamiento interno de parte de la membrana de las células, formando una abertura.

**MUCINA:** tipo de glucoproteína que forma moco en solución

**MUCUS:** sustancia viscosa rica en glucoproteínas con oligosacáridos unidos a oxígeno, que lubrica y protege atrapando bacterias, partículas pequeñas.

**SEPTOS:** estructura membranosa que separa dos cavidades o masas de tejidos.

## RESUMEN

En este estudio se describió la morfología e histología del tracto digestivo del pargo rayado *Lutjanus synagris*, de hábitos carnívoros, y del lebranche *Mugil liza*, de hábitos detritívoros. Se estudiaron los tejidos del esófago, estómago, intestino, hígado y páncreas. En ambas especies se generalizaron a lo largo del tubo digestivo las siguientes capas: Mucosa, submucosa, muscular propia y adventicia. El pargo presenta dientes abundantes y bien desarrollados, el lebranche pocos y pequeños. El intestino del pargo es corto y presenta cinco ciegos pilóricos, mientras que el del lebranche es largo y ausencia de los mismos. La mucosa del esófago en ambas especies está formada por epitelio plano estratificado, queratinizado en el lebranche. La muscular propia tiene dos capas de músculo estriado. No se observa una clara diferenciación entre las dos zonas del estómago estudiadas. La mucosa del estómago presenta epitelio cilíndrico simple; se presentan células mucosas y serosas en el pargo, serosas y caliciformes en el lebranche. En la zona anterior del estómago el músculo de las paredes es estriado, mientras que en la zona posterior es liso. El intestino del pargo muestra tres zonas diferentes, mientras que el del lebranche muestra uniformidad. El epitelio cilíndrico estratificado forma la mucosa en ambos; en el lebranche se observa chapa estriada y muchas células caliciformes. En el pargo, se presenta una disminución gradual de la luz, a medida que se acerca a la zona posterior del intestino, la capa muscular aumenta su grosor y el tamaño de los pliegues también, así mismo, aumenta la cantidad de células caliciformes. En el lebranche se observan gránulos acidófilos y tejido adiposo en todo el tubo digestivo. El hígado y el páncreas se encontraron como glándulas anexas independientes. El páncreas presenta tejido de secreción exocrina y endocrina.

Palabras clave: *Lutjanus synagris*, *Mugil liza*, histología, tubo digestivo, pargo rayado, lebranche.

## ABSTRACT

In this investigation were described the morphology and histology of digestive tract of lined snapper *Lutjanus synagris*, of carnivorous habits, and liza *Mugil liza*, of iliophagus habits. The tissue of esophagus, stomach, intestine, liver and pancreas were studied. In both species the following layers became general throughout the alimentary canal: Mucosa, submucosa, tunica muscularis and serosa. The snapper displays well developed abundant teeth and the liza small and few. The intestine of snapper is short and presents five pyloric caeca, whereas the one of liza is long and absence of such. The mucosa of the esophagus in both species is formed by stratified squamous epithelium, and is keratinized in liza. Tunica muscularis has two striated muscle layers. A clear differentiation between the two studied zones of the stomach is not observed. The mucosa of the stomach presents simple cylindrical epithelium; mucous-secreting and zymogen-secreting cells in snapper, zymogen-secreting and goblet cells in liza appear. In the previous zone of the stomach the muscle of the walls is striated, whereas in the later zone is smooth. The intestine of snapper shows three different zones, whereas the one of liza shows uniformity. Stratified cylindrical epithelium forms the mucosa in both; in liza is entirely covered with microvilli and many goblet cells. In snapper a gradual diminution of the light appears as it approaches the later zone of the intestine, the muscular layer increases its thickness and the size of folds too, also increases the amount of goblet cells. In liza acidophilic granules and adipose tissue in all the alimentary canal are observed. The liver and pancreas were found like independent annexed glands. The pancreas displays exocrine and endocrine secretion tissue.

## INTRODUCCIÓN

Para desarrollar un paquete tecnológico de una especie con potencial piscícola, es necesario conocer diferentes aspectos, desde la biología básica de la especie, hasta su reproducción. Uno de los principales inconvenientes con que se encuentran los piscícolas, es la alimentación que debe ofrecerse a la especie, para que su adaptación al cautiverio sea óptima.

Por ocupar un lugar privilegiado dentro de las especies que presentan un alto valor comercial debido a la calidad de su carne y dado el nivel alimenticio que pueden aportar, se abordarán en este estudio, las características morfológicas fundamentales del sistema digestivo del pargo rayado (*Lutjanus synagris*) y del lebranche (*Mugil liza*), haciendo especial énfasis en la histología de cada uno de los órganos que forman dicho sistema, y en la relación de ésta con el hábito alimenticio de las especies mencionadas.

Debido a que dichos individuos se obtienen en la actualidad exclusivamente mediante artes de pesca, se pretende aportar información adicional relacionada con su alimentación para contribuir en un momento determinado al desarrollo de su cultivo.

El pargo rayado es una especie de gran importancia pesquera puesto que es de fácil captura, presenta altas tasas de crecimiento, buena aceptación del alimento natural y forma parte del buen mercado (Valverde *et al.*, 1999). Se captura al arrastre en fondos blandos y semiduros, con redes de ahorque, chinchorros y anzuelo (Cervigón, 1991). Habita todos los océanos tropicales y subtropicales del mundo, principalmente en fondos rocosos, arenosos y de arrecife (Valverde *et al.*,

1999). Se encuentra desde los 10m de profundidad hasta 400m, pero principalmente entre 21m a 70m. Su carne es de buena calidad (Cervigón, 1991). Es un animal carnívoro generalista y oportunista (Duarte y García., 1999; Valverde *et al.*, 1999).

El lebranche es entre las lisas la especie que mayor tamaño logra alcanzar. Su alimentación está compuesta básicamente de detritos orgánicos y algunas algas filamentosas y pequeños organismos animales; su carne es de buena calidad. Los mugílidos son consumidores primarios, fuertes competidores entre sí por el alimento y el espacio, su alimentación es preferiblemente detritívora, consumiendo detritos y materia orgánica no identificable, así como sedimento fino orgánico con hábitos zoófagos (Velasco y Villegas, 1985). En acuicultura es una especie que ofrece buenas perspectivas por su rápida tasa de crecimiento y por su buena adaptación en condiciones de encierro. Los adultos se encuentran en mar abierto y allí efectúan su reproducción, es común encontrarlos en áreas estuarinas de aguas salobres y en la desembocadura de los ríos, mientras que los juveniles penetran en las lagunas donde pueden crecer y engordar. Es una especie de aguas neríticas que realiza migraciones locales relacionadas con la reproducción (Cervigón, 1991).

Los estudios en el ámbito histológico sobre peces son bastante limitados en nuestro país. Debido a la importancia que representan estas especies en las pesquerías y el interés en su posible cultivo, es vital ampliar el conocimiento en las áreas donde existe un gran vacío, como en la alimentación, que es la base de una adecuada nutrición para la cual se deben tener en cuenta los hábitos alimenticios de cada individuo, donde radica en gran parte el éxito en el momento de cultivar.

En Colombia no se han realizado trabajos en histología de órganos del sistema digestivo del lebranche ni del pargo rayado, la mayoría de los estudios de estos individuos se dirigen a analizar aspectos biológico-pesqueros o de ecología trófica.

### Estudios de la especie

Arévalo *et al.* (1999) realizaron un estudio en el Mar Caribe con algunos aspectos biológico- pesqueros en los pargos rayado y ceibal, teniendo en cuenta abundancia y distribución, composición por tallas y aspectos reproductivos (proporción de sexos y talla media de madurez sexual).

Arévalo (1996) hizo un análisis de la madurez gonadal, contenido estomacal y disponibilidad de los recursos de *Lutjanus analis* y *Lutjanus synagris* en la bahía de Cinto, Parque Nacional Natural Tayrona.

Ospina y Pardo (1993) realizaron una evaluación del estado de madurez gonadal y los hábitos alimenticios de la ictiofauna pesquera en la bahía de Cartagena, donde se incluye el lebranche.

Jerez y Christiansen (1987) desarrollaron un estudio histológico del sistema digestivo de *Mugil liza* en la laguna Mar Chiquita, Argentina.

Osorio (1985) hizo un trabajo de ecología trófica de tres especies de lisas en la Ciénaga Grande de Santa Marta y determinó que *M. liza* presenta una dieta básicamente detritica, basada en la meiofauna del fondo.

Velasco y Villegas (1985) encontraron que los principales individuos que hacen parte de la dieta alimentaria de las lisas en la Ciénaga de Tesca son: ostrácodos, foraminíferos, copépodos, nemátodos, hemípteros, micromoluscos, huevos de crustáceos, huevos de insectos y branquispinas.

### Estudios histológicos en peces

A nivel de tejido, se han realizado varios estudios del sistema digestivo en peces:



Rodríguez *et al.* (2004) hicieron una comparación morfológica e histológica del tubo digestivo de *Gambusia puncticulata* y *Girardinus metallicus*, peces utilizados en el control biológico de mosquitos en Cuba.

Pereyra *et al* (2000) en Argentina, realizaron un barrido de Microscopía electrónica (MEB) del aparato digestivo del pacú (*Piaractus mesopotamicus*).

Morrison y Wright (1999) realizaron un estudio de la histología del tracto digestivo de la tilapia *Oreochromis niloticus* en Canadá.

González *et al* (1997) de la Universidad de Cádiz, realizaron un estudio en dorada (*Sparus aurata*) y lenguado (*Solea senegalensis*), acerca de la histología, histoquímica y algunas alteraciones patológicas en el desarrollo de estas especies.

Estecondo y Codon (1994) realizaron una descripción morfológica e histológica del aparato digestivo de dos rayas comunes de Sudamérica.

Cataldi *et al.* (1987) efectuaron un estudio histológico y morfológico del tracto digestivo de *Sparus aurata* en Italia.

Anderson (1986) estudió la estructura histológica del tubo digestivo de *Girella tricuspidata* en Australia.

Reifel y Travill (1977-1978) estudiaron el esófago y el estómago de dieciocho especies de peces en Canadá.

Grizzle y Rogers (1976) desarrollaron un estudio histológico del pez gato de canal, donde también se resalta la composición tisular del sistema digestivo: cavidad oral, faringe, esófago, estómago, intestino, páncreas e hígado.

Kapoor *et al.* (1975) hicieron un estudio del canal alimentario de los teleósteos, incluyendo histología, morfología, citología e histoquímica.

En Argentina, Pereyra *et al* (sin año) realizaron un barrido del tubo digestivo (esófago, estómago e intestino) del surubí (*Pseudoplatystoma coruscans* y *P. fasciium*).

En México, Acuca *et al* (sin año) llevaron a cabo la descripción macroscópica e histológica del tubo digestivo de *Goodea atripinnis*.

El objetivo principal de este trabajo es determinar la composición a nivel de tejido, mediante estudio histológico, del sistema digestivo de los peces *Mugil liza* y *Lutjanus synagris*.

Como objetivos secundarios se pretende describir la morfología externa de cada uno de los órganos que componen el sistema digestivo del pargo rayado y el lebranche (cavidad oral, esófago, estómago, intestino, hígado, páncreas); además de determinar la composición y el tipo de tejido de cada uno de los órganos que componen el aparato digestivo de dichos peces, y por último, comparar a nivel histológico cada uno de los órganos que forman el sistema digestivo de un pez de hábitos alimenticios carnívoros (*Lutjanus synagris*) y otro de hábitos detritívoros (*Mugil liza*).

Los pargos se obtuvieron en la bahía del Rodadero, ubicada en el departamento del Magdalena, mientras que el lebranche se obtuvo en la laguna de Navío Quebrado en el departamento de la Guajira.

## **1. METODOLOGÍA**

### **1.1 FASE DE CAMPO**

Los pargos rayados utilizados para este estudio se obtuvieron con la colaboración de los pescadores de la bahía del Rodadero, quienes emplean nasas para su captura, mientras que los lebranche fueron atrapados en red de enmalle por los pescadores de la Laguna de Navío Quebrado.

Los pargos se transportaron vivos en un tanque con agua de mar hasta el laboratorio de la Universidad, sede Rodadero; mientras que los lebranche se fijaron en campo, debido a que murieron durante el recorrido a la playa.

### **1.2 FASE DE LABORATORIO**

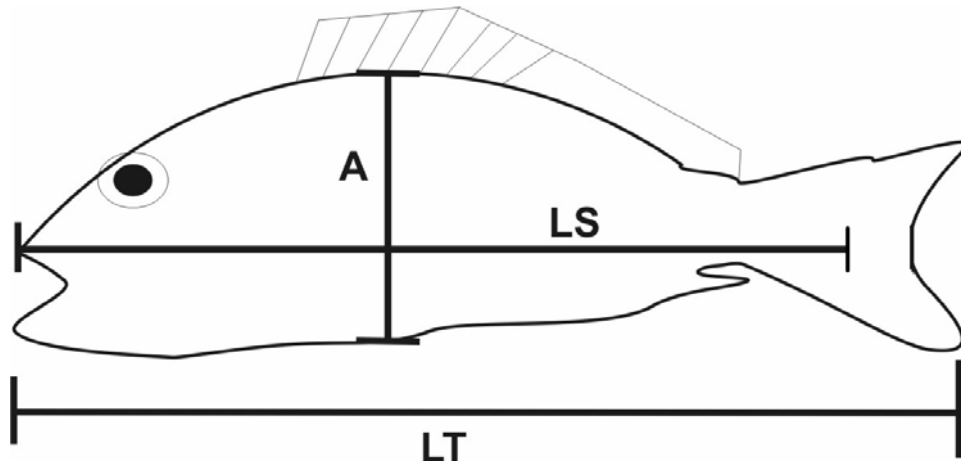
Una vez situados los individuos en el laboratorio, se cubrieron de hielo y se separaron para su posterior identificación y manejo, colocándolos uno a uno en bandejas marcadas con el nombre de la especie y un número que se utilizó durante el proceso de estudio.

**1.2.1 Identificación:** Se utilizaron seis individuos adultos de cada especie, los cuales fueron identificados siguiendo la clave taxonómica de Cervigón (1991) (Anexo A).

**1.2.2 Manejo de individuos:** A cada uno de los individuos de las dos especies se les tomó las medidas de largo total (desde el extremo anterior del pez hasta el extremo posterior de los radios más largos de la aleta caudal), largo estándar (desde el extremo anterior del pez hasta el extremo posterior de la columna vertebral) y ancho (Fig. 1), además fueron pesados antes de realizar la disección. Los datos se anotaron en un formato pre-establecido (Anexo C). Luego se realizó

el corte en la zona ventral desde el ano hacia la parte anterior, hasta el punto de unión de las branquias.

Figura 1: Medidas tomadas a los individuos. **LT** longitud total, **LS** longitud estándar, **A** ancho.



**1.2.3 Extracción de órganos:** El peritoneo, capa que mantiene envueltas y unidas las vísceras, se retiró cuidadosamente, y se extrajeron los órganos necesarios (esófago, estómago, intestino, hígado y páncreas) para su estudio, previa revisión de la morfología del tubo digestivo (Anexo B). Cada uno de estos órganos se pesó y midió para luego realizarles cortes de  $1\text{cm}^2$ , teniendo en cuenta para el caso del intestino, tomar muestras en la parte inicial (intestino anterior), en la mitad del intestino (intestino medio) y en la parte final (intestino posterior); en el estómago se tomaron muestras de dos zonas: anterior y posterior, denominadas cuerpo y píloro respectivamente. Finalmente se pasaron a frascos de vidrio de 25ml etiquetados con el nombre del órgano y el número del pez correspondiente; posteriormente se fijaron en paraformaldehído neutro buferado al 4% (Anexo F) por un período inferior a una semana manteniéndolos en el refrigerador.

El objeto de la fijación es conservar la estructura morfológica de las células y tejidos sin vida, para evitar su continuo deterioro.

**1.2.4 Procedimiento histológico:** En el laboratorio de histología de la Universidad, sede Bogotá, se procesaron cada una de las muestras utilizando la técnica en parafina de hematoxilina-eosina para obtener cortes delgados y así observarlos al microscopio, siguiendo el procedimiento que se describe a continuación:

- **Deshidratación:** Los tejidos se deshidrataron sumergiéndolos en alcohol etílico en concentraciones gradualmente ascendentes (Cuadro 1), con el fin de evitar alteraciones provocadas por una deshidratación brusca, puesto que las muestras al ser retiradas del fijador quedan llenas de agua impidiendo que sean penetradas por la parafina.

- **Aclaramiento e impregnación:** Se extrajo el alcohol de los tejidos utilizando el solvente de la parafina: xilol, haciendo recambio a la hora durante 2 horas (Cuadro 1). Luego, las muestras se impregnaron con parafina líquida a una temperatura de 58° C, contenida en un dispensador marca J.P. Selecta modelo Dispenser, para que penetrara en el tejido.

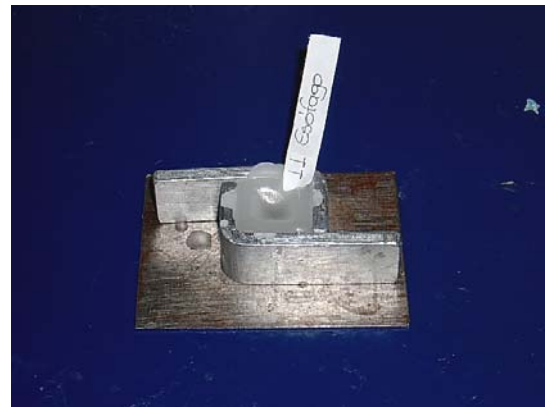
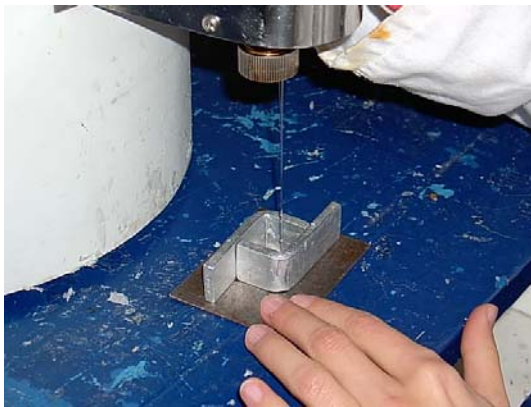
Cuadro 1. Procedimiento inicial en el manejo de las muestras

<b>PASO</b>	<b>REACTIVO</b>	<b>TIEMPO</b>
Deshidratación	Etanol 70%	24 horas
	Etanol 90%	24 horas
	Etanol 96%	24 horas
	Isopropanol	24 horas
Aclaramiento	Xilol	1 hora
	Xilol	1 hora
Impregnación	Parafina	12 horas
	Parafina	2 horas
	Parafina	2 horas

- **Inclusión:** En barras de Leuckart se vertió parafina fundida a 58° C (Fig. 2) formando un cubo acorde al tamaño de la muestra. Se colocaron las piezas

orientándolas hacia el centro del cubo; con ayuda de una aguja de disección se eliminaron las burbujas que rodeaban cada muestra. Antes de dejar enfriar la parafina se marcó cada cubo con una tira de papel indicando el número del pez y el órgano correspondiente, luego se puso en un molde con agua fría hasta la solidificación total. El objeto de la inclusión es hacer posible la reducción del tejido a cortes lo suficientemente delgados como para permitir el paso de la luz para examinarlo al microscopio.

Figura 2: Barras de Leuckart. **A.** Parafina líquida **B.** Barra marcada



- Microtomía: Se empleó un micrótopo tipo Minot de marca Leitz 1512 (Fig. 3), y se obtuvieron cortes de  $5\mu$  de grosor.

Figura 3. Micrótopo tipo Minot



En el micrótopo tipo Minot la cuchilla queda fija y es la pieza la que se desliza sujeta a una platina, ésta se desliza verticalmente cuando se hace girar una manivela, permitiendo obtener cortes seriados en forma de cinta. Las tiras de parafina se extienden en agua a 55° C con gelatina al 3% (Anexo G) contenida en un baño de maría (Fig. 4), para eliminar las arrugas que puedan haber quedado y que afecten el tejido. En esa misma agua se introducen los portaobjetos, marcados con número de pez y órgano, para recoger los cortes, luego se colocan en canastillas de histología y se dejan secar.

Figura 4. **A.** Tiras de parafina. **B.** Tiras de parafina en el baño María.



- Coloración: Después de realizado el corte, se procede a eliminar la parafina disolviéndola en xilol para que sobre el portaobjetos quede sólo el tejido, luego se rehidrata, para permitir su coloración con alcoholes de concentración decreciente (Cuadro 2). Mediante la técnica de coloración hematoxilina-eosina (Anexo G) se tiñen los cortes de la placa para poder observar las estructuras con mayor facilidad (Fig.5). las zonas del tejido de naturaleza básica se tiñen de color violeta por acción de la hematoxilina, mientras que aquellas zonas de naturaleza ácida, se tiñen de rosa debido a la acción de la eosina.

Figura 5. Cambio de reactivo de las placas en canastilla



Cuadro 2. Marcha de coloración

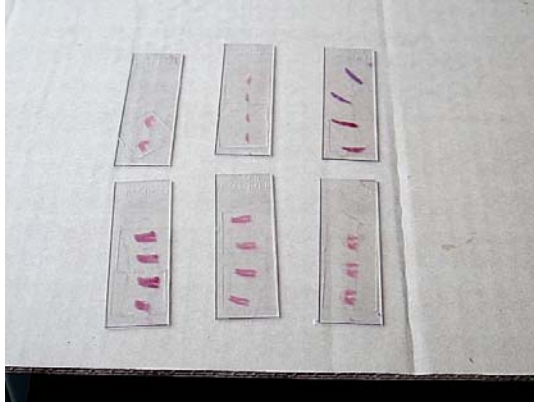
	<b>Paso #</b>	<b>Reactivo</b>	<b>Tiempo</b>
Eliminar parafina	1	Xilol	6 minutos
	2	Xilol	5 minutos
Rehidratar	3	Etanol 100%	5 minutos
	4	Etanol 100%	5 minutos
	5	Etanol 96%	5 minutos
	6	Etanol 90%	5 minutos
	7	Etanol 70%	5 minutos
Lavar	8	Agua destilada	1 minuto
Teñir zonas básicas	9	Hematoxilina de Harris	15 minutos
Lavar	10	Agua destilada	inmersión
Eliminar exceso de colorante	11	Alcohol ácido	inmersión
	12	Agua amoniacal	inmersión
Lavar	13	Agua destilada	1 minuto
Teñir zonas ácidas	14	Eosina	1 minuto 10 segundos
Lavar	15	Agua destilada	inmersión
Deshidratar	16	Etanol al 70%	2 minutos
	17	Etanol al 90%	2 minutos
	18	Etanol al 96%	2 minutos
	19	Etanol al 96%	2 minutos
Aclarar	20	Xilol	2 minutos
	21	Xilol	1 minuto

- Montaje: Luego de la coloración, se deshidrata el corte y se procede a la aclaración y montaje definitivo, con el fin de hacer un preparado en condiciones de ser observado y protegido del ambiente para evitar su deterioro. La deshidratación se realiza con alcoholes de graduaciones ascendentes. La aclaración se realiza con xilol. El objetivo de este paso es impregnar el corte con un disolvente del



entellán, que al mismo tiempo le confiere un índice de refracción semejante al del vidrio. Para el montaje se limpia el portaobjeto alrededor del corte y se deposita sobre el mismo una gota de entellán y se cubre con un cubreobjeto (Fig. 6). Se deja secar unas horas antes de su observación al microscopio.

Figura 6. Placas montadas con entellán



### 1.3 ANÁLISIS DE PLACAS

Las placas se observaron en un microscopio binocular marca CARL SEIZZ modelo Axiostar Plus (Fig. 7), una a una, siguiendo un orden en cuanto a los órganos de cada uno de los individuos de cada especie. En cada órgano se identificaron: el tipo de células y demás elementos que forman cada tejido junto con sus partes, teniendo en cuenta forma de células, función, disposición dentro del tejido, nivel de vascularización, tipo de glándulas, grado de plegamiento del epitelio. Posteriormente se compararon con la bibliografía para discutir estos resultados con los estudios realizados en otros peces.

Figura 7. Microscopio binocular

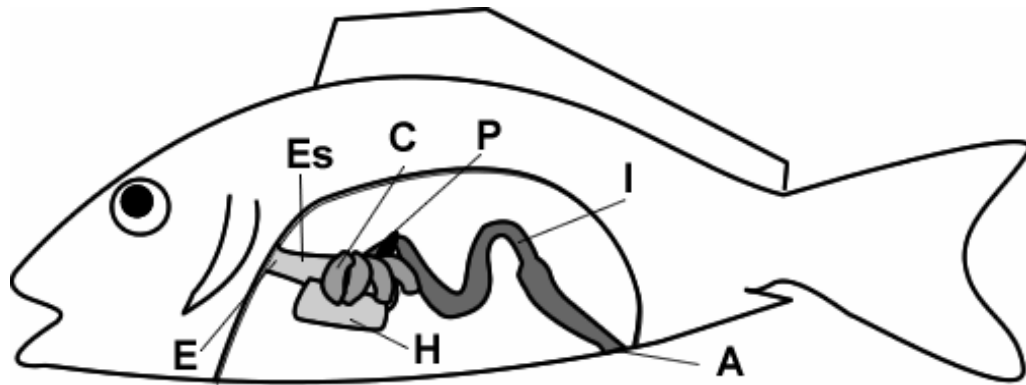


## 2. RESULTADOS

### 2.1 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DEL TUBO DIGESTIVO

**2.1.1 *Lutjanus synagris*:** El pargo rayado tiene el tubo digestivo formado por una cavidad inicial que se denomina bucofaríngea, debido a la estrecha relación entre la cavidad bucal y la faringe, zona correspondiente al techo posterior de la boca, donde inician las branquias. A continuación se encuentran el esófago, el estómago, el intestino y como glándulas anexas el hígado y el páncreas (Fig. 8).

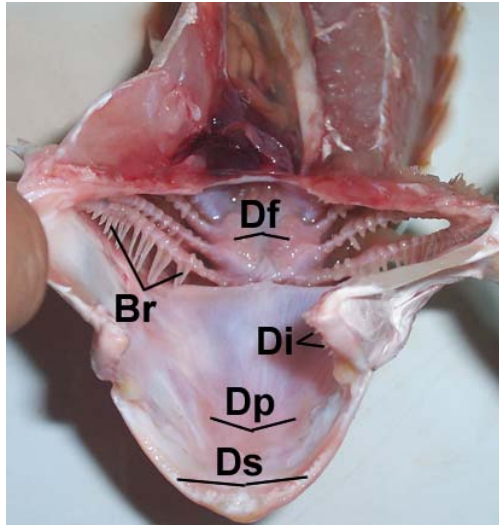
Figura 8. Estructura básica del tubo digestivo del pargo. **E** esófago, **Es** estómago, **I** intestino, **H** hígado, **P** páncreas, **C** ciegos pilóricos, **A** ano.



La cavidad bucal es la zona que da inicio al tubo digestivo, su boca es terminal y protráctil, posee dientes viliformes en las mandíbulas superior e inferior (Fig. 9), así mismo en el paladar y en la faringe. La lengua es casi inmóvil y sirve para retener el alimento, también presenta dientes en su superficie; su longitud varió entre 1.5cm y 1.8cm; el ancho se encontró entre 0.5cm y 0.9cm, mientras que el peso presentó valores entre 0.5gr y 0.8gr. No se trabajó a nivel histológico por

problemas en el momento del corte. A los lados se ubican los arcos branquiales cuyas branquispinas son cortas y gruesas, características de un pez carnívoro (Vásquez, 2001).

Figura 9. Cavity bucofaríngea. **Br** branquispinas, **Ds** dientes de la mandíbula superior, **Di** dientes de la mandíbula inferior, **Dp** dientes del paladar, **Df** dientes faríngeos.



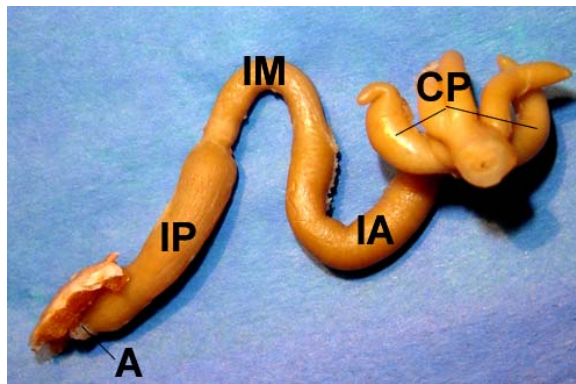
El esófago es un conducto muscular que une la cavity bucofaríngea con el estómago. En este estudio se considera la zona que permite el paso del alimento de la boca casi inmediatamente al estómago; su longitud es mínima, podría afirmarse que es el inicio de la zona anterior del estómago, motivo por el cual no se midió en todos los peces, sólo en uno se determinó su longitud (Anexo D); así mismo, el ancho se estableció en condiciones normales, aunque es bastante flexible dado que varía el tamaño de las presas que consume, además presenta muchos pliegues que permiten su extensión en el momento de tragar la presa.

El estómago es un órgano en forma de bolsa, más largo que ancho (Anexo D): su longitud entre los peces varió de 1.7cm a 3.5cm; el ancho de 0.9cm a 1.7cm, y el peso fluctuó entre 1.0cm y 2.7cm. Tiene una gran pared muscular y es el encargado de recibir el alimento para actuar sobre él mediante procesos químicos

y mecánicos hasta convertirlo en quimo. Gracias a una fuerte acción muscular los alimentos son fraccionados, luego los jugos gástricos secretados por las glándulas de la mucosa del estómago intervienen para que se pueda llevar a cabo la digestión química (Wheater, 1980). Aunque no se observa una división externa, se consideraron dos zonas en el estómago: una anterior conocida como “cuerpo” (cerca al esófago) y otra posterior denominada “píloro” (cerca al intestino).

El intestino es un tubo delgado y corto (Anexo D) que va desde el estómago hasta el ano y se encuentra enrollado. La longitud en los peces trabajados se halla entre 8.9cm y 10.6cm; el ancho fue de 0.3cm en la mayoría de los individuos y el peso se encontró entre 1.4gr y 1.9gr. Cuando los alimentos llegan al intestino, ya están en su mayoría digeridos debido a que la digestión de la proteína se realiza previamente en el estómago, esto explica su corta longitud. Presenta tres zonas: anterior, media y posterior (Fig. 10). La zona anterior es de mayor grosor que la zona media, pero es más delgada que la zona posterior y desemboca en el ano. Presenta numerosos pliegues y vellosidades que mejoran la eficiencia de la absorción de los nutrientes (Vásquez, 2001).

Figura 10. Intestino y ciegos pilóricos. **A.** Ano, **IP** intestino posterior, **IM** intestino medio; **IA** intestino anterior, **CP** ciegos pilóricos.



La relación de la longitud intestinal respecto a la longitud estándar de cada individuo se define así:

(Tomado de Hopher, 1993)

$$\text{Longitud intestinal relativa (LIR)} = \frac{\text{Longitud intestino}}{\text{Longitud estándar}}$$

De acuerdo con esta fórmula y las medidas de cada individuo (Anexo D), se obtuvo la LIR, como se muestra en el cuadro 3:

Cuadro 3. Longitud intestinal relativa *Lutjanus synagris*

Individuo	LIR
1	0.38
2	0.44
3	0.42
4	0.44
5	0.42
6	0.47

En la zona final del píloro, antes de la primera parte del intestino, se observan cinco ciegos pilóricos, característica que se repite en cada uno de los individuos trabajados. Estos ciegos son bolsas de forma cilíndrica, pequeños (menos de 2cm de longitud) y delgados.

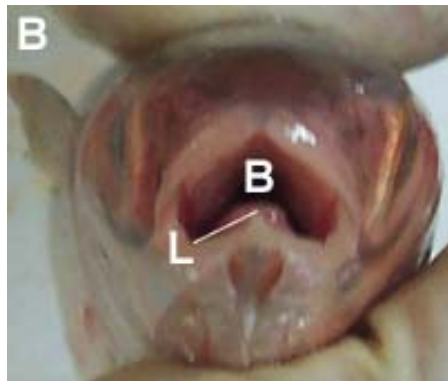
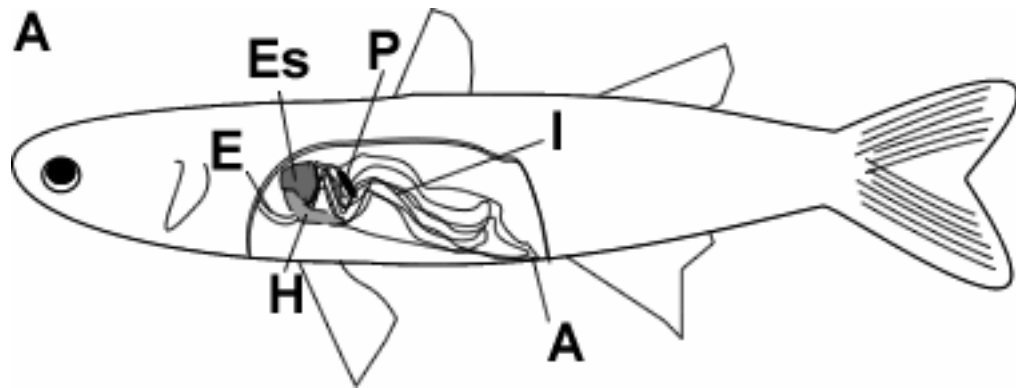
El hígado es una glándula anexa que se ubica en la parte anterior de la cavidad abdominal; cubre el esófago, el estómago y parte del intestino; su coloración es café opaco y presenta dos hendiduras en el borde posterior, de modo que parecieran tres lóbulos de diferente tamaño (Anexo D), el primero es el más corto y el último el más largo.

El páncreas es otra glándula anexa que constituye una estructura individualizada en forma cilíndrica, más larga que ancha (Anexo D): su longitud varió entre 1.4cm y 2.1cm, mientras que el ancho en la mitad de los individuos fue de 0.3cm y en la

otra de 0.4cm. Su peso es muy bajo: entre 0.1gr y 0.2gr. Es de color vinotinto oscuro y se encuentra entre el intestino, debajo del hígado.

**2.1.2 *Mugil liza*:** El sistema digestivo del lebranche está formado por la cavidad bucofaríngea conectada al esófago, luego se encuentra el estómago seguido por el intestino y, como glándulas anexas, el hígado y el páncreas.

Figura 11. **A.** Estructura básica del tubo digestivo lebranche. **B.** Boca. **E** esófago, **Es** estómago, **I** intestino, **H** hígado, **P** páncreas, **A** ano, **L** lengua.



La cavidad bucofaríngea tiene una boca terminal ancha en forma de V (Fig. 11B), la parte superior puede desplazarse hacia adelante a modo de embudo, característica de peces iliófagos (Jerez y Christiansen, 1987), mientras que la parte inferior permanece fija. Los dientes de las mandíbulas están poco

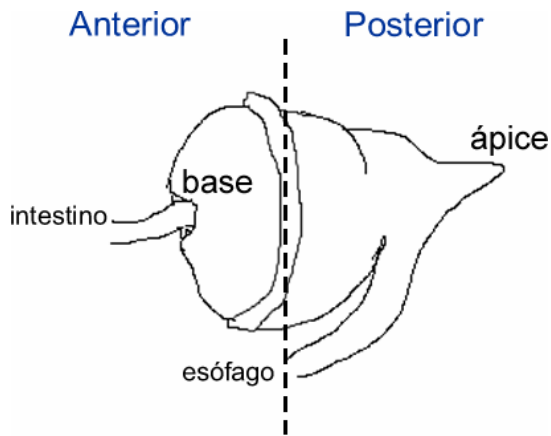
desarrollados; en el techo de la boca hay dientes faríngeos muy pequeños formando una superficie áspera. En los lados se encuentran los arcos branquiales que, junto con las branquispinas, actúan como filtros orientando el alimento hacia el tubo digestivo dejando pasar el agua. La eficiencia de la filtración se debe a que las branquispinas son delgadas y largas. La lengua es inmóvil y sirve para retener el alimento; su longitud varió entre 1.85cm y 2.89cm; el ancho entre 1.08cm y 1.68cm, mientras que su peso osciló entre 0.8gr y 1.23gr (Anexo E). No se hicieron cortes histológicos debido a problemas en el momento de la microtomía, debido a que la cuchilla se rompió en repetidas ocasiones, y en el cubo se sentía el tejido muy duro, probablemente, hubo errores en alguno de los pasos de la técnica.

El esófago es un conducto muscular corto de forma tubular, que comunica la parte posterior de la cavidad oral con el estómago, desembocando en su zona media (Jerez y Christiansen, 1987). De los individuos estudiados la longitud del esófago varió entre 2.6 cm. y 5.91 cm., siendo la más corta correspondiente al individuo de mayor longitud estándar (Anexo E); el ancho varió entre 0.47cm y 0.87cm; por otro lado, el peso se ubicó entre 0.74gr y 1.47gr. Presenta muchos pliegues permitiendo su expansión en el momento de la deglución.

El estómago es un órgano en forma de cono con la base en la parte anterior y el ápice en la parte posterior del cuerpo (Jerez y Christiansen, 1987). En la zona posterior desemboca el esófago cerca al ápice, mientras que el intestino sale de la base en la zona anterior, dirigiéndose nuevamente hacia la zona posterior del animal (Fig. 12). Su longitud está entre 3.7cm y 4.3cm; se midieron dos zonas para el ancho: una en la zona posterior en el ápice (entre 1.15cm y 1.78cm) y otra en la zona media (entre 2.6cm y 3.36cm) que es la parte más ancha del órgano; su peso se halló entre 8.16gr y 12.67gr (Anexo E). Debido a su estructura y función se ha comparado con la molleja de las aves.

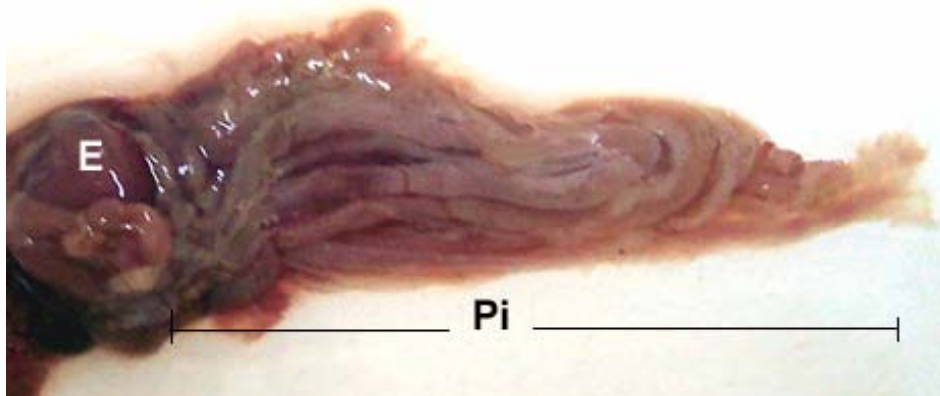


Figura 12. Esquema del estómago del lebranche



El intestino es un tubo delgado y extenso que va desde el estómago hasta el ano. La mayor longitud fue de 188cm, mientras que la menor fue de 129cm; el ancho se encuentra cercano a 0.3cm en todos los peces y el peso varió entre 10.3gr y 26.7gr (Anexo E). Se encuentra replegado sobre sí mismo cubriendo la zona visceral (Fig. 13). Aunque externamente hay uniformidad a lo largo del intestino, se tomaron muestras en tres zonas; anterior (cerca al estómago), media y posterior (antes de desembocar en el ano) para determinar si existen o no diferencias a nivel de tejido.

Figura 13. Intestino. **Pi** pliegues del intestino, **E** estómago.



De acuerdo con la fórmula anterior y las medidas de cada individuo (Anexo E), se obtuvo la LIR, como se muestra en el cuadro 4:

Cuadro 4. Longitud intestinal relativa *Mugil liza*

Individuo	LIR
7	4.9
8	4.8
9	3.6
10	3.5
11	3.8
12	4.1

El hígado es una glándula anexa voluminosa que no presenta lóbulos hepáticos bien definidos (Jerez y Christiansen, 1987). Se ubica en la parte anterior de la cavidad abdominal; cubriendo al esófago y al estómago; su coloración es café opaco; se observan hendiduras de modo que se ven lóbulos del mismo tamaño, por lo tanto sólo se tomó una medida de ancho. Presenta una longitud entre 4.6cm y 10.12cm; el ancho está entre 1.74cm y 4.0cm, mientras que el peso oscila entre 3.74gr y 17.2gr.

El páncreas es un órgano independiente del hígado; su coloración es vinotinto oscuro y es más larga que ancha; tiene una longitud entre 2.24cm y 2.64cm; el ancho se encuentra entre 0.76cm y 1.44cm, mientras que el peso está entre 0.55gr y 1.55gr.

## 2.2 DESCRIPCIÓN HISTOLÓGICA DEL TUBO DIGESTIVO

A lo largo del tubo digestivo de ambas especies de peces, pueden generalizarse las siguientes capas funcionales (Burkitt *et al*, 1996):

a. **Mucosa:** esta zona es la más interna y se encuentra en contacto con la luz en cada uno de los órganos. Tiene tres capas diferentes: 1. Tejido epitelial plano o estratificado, cuya función es de protección, secreción y absorción según el órgano al cual corresponda. 2. Lámina propia que sostiene el epitelio, compuesta por tejido conjuntivo laxo, donde hay células defensivas que impiden la entrada de microorganismos que puedan destruir el epitelio intestinal y 3. Muscular de la mucosa que determina movimientos locales y plegamiento de la mucosa. Las capas 2 y 3 no siempre son visibles debido al aumento en que se observa el corte.

b. **Submucosa:** formada por tejido conjuntivo laxo y conjuntivo denso irregular; sirve de sostén a la mucosa; aloja vasos sanguíneos y linfáticos, además de nervios, células adiposas y células con gránulos acidófilos. Une la mucosa con la pared muscular del órgano.

c. **Muscular propia:** formada por músculo liso o estriado, tiene una capa interna transversal y otra externa longitudinal.

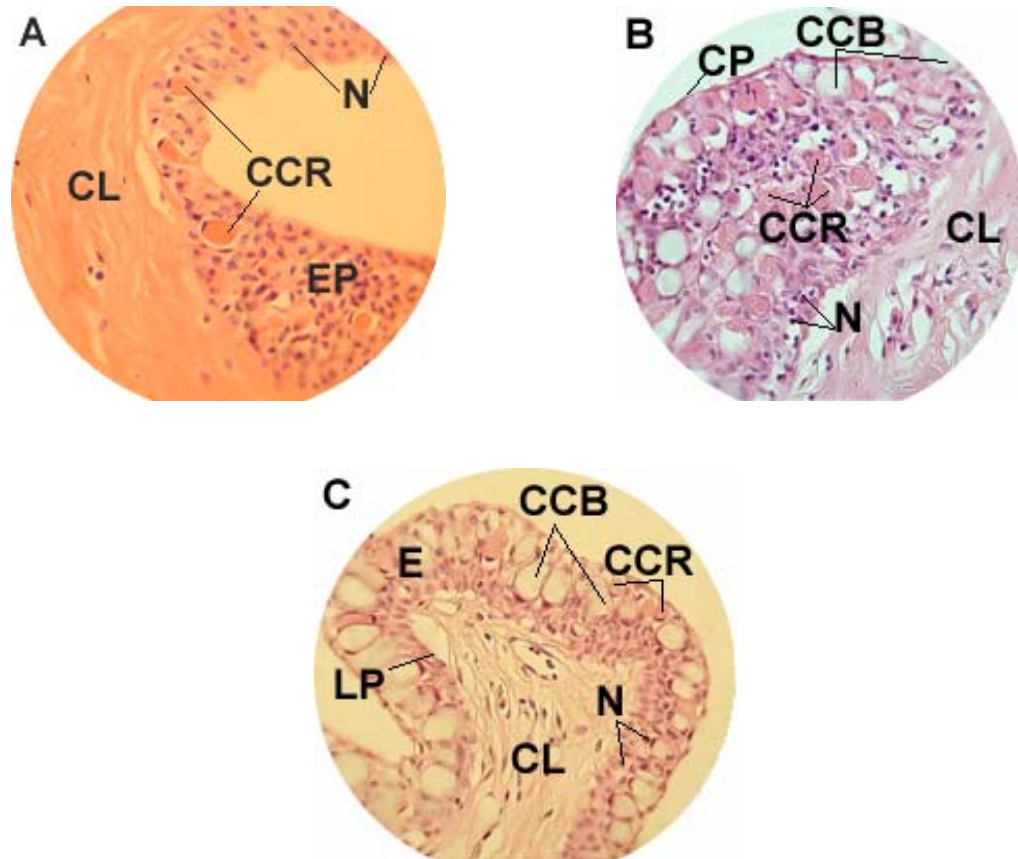
d. **Adventicia:** constituye la capa más externa. Está formada por tejido conectivo laxo donde se hallan vasos sanguíneos principales y nervios.

### 2.2.1 *Lutjanus synagris*

#### ESÓFAGO

La mucosa está formada por epitelio plano estratificado, aunque las células planas no siempre se observan con claridad (Fig. 14). Tiene un gran número de células caliciformes -células cilíndricas modificadas- que guardan en su interior gránulos de mucina liberados por exocitosis que, al mezclarse con agua, forman una sustancia llamada moco (Burkitt *et al*, 1996), la cual sirve para protección y lubricación.

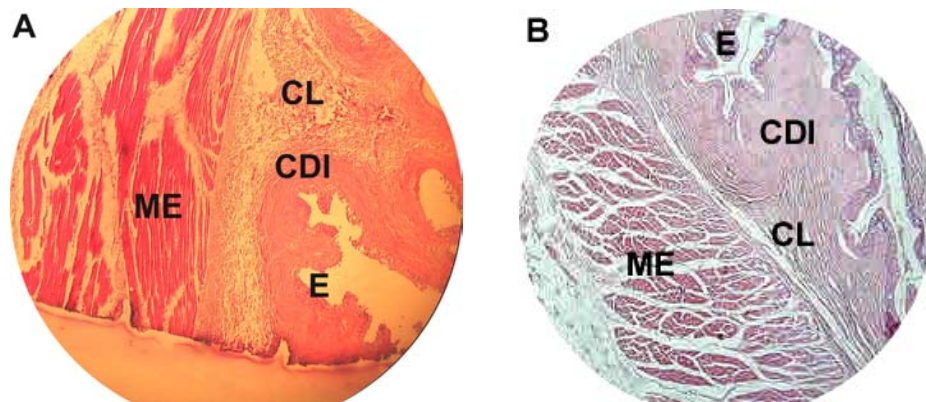
Figura 14. Esófago 100x. **A.** corte longitudinal **B.** y **C.** Corte transversal **EP** Epitelio plano estratificado, **CP** células planas, **CCR** células caliciformes rojas, **CCB** células caliciformes blancas, **LP** lámina propia, **CL** tejido conectivo laxo, **N** núcleos de las células epiteliales.



La mayoría de las células caliciformes son blancas pero también se observan algunas de color rojo, debido al tipo de sustancia mucosa que guardan en su citoplasma apical. La lámina propia se observa claramente. La capa muscular de la mucosa no se logra apreciar en los aumentos trabajados.

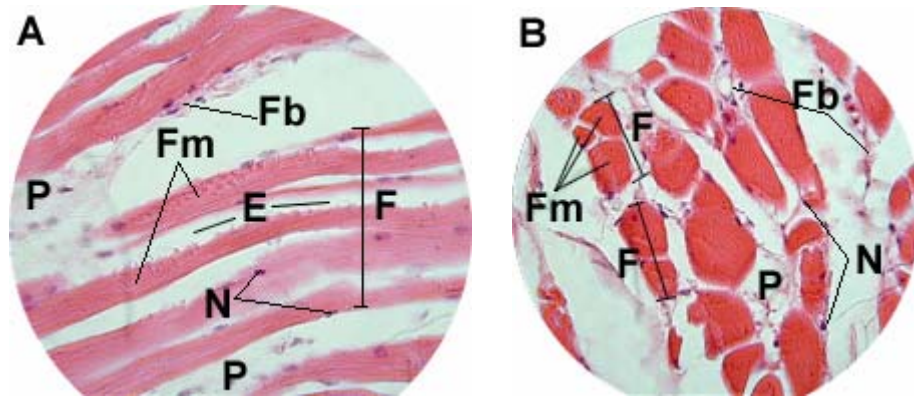
La submucosa está formada por tejido conjuntivo laxo (Fig. 14), el cual permite que el esófago se extienda fácilmente cuando pasa el alimento (Burkitt *et al*, 1996). También se observa una capa de tejido conectivo denso irregular donde se observan las fibras colágenas (Fig. 15).

Figura 15. Esófago 10x. **A.** Corte transversal **B.** Corte longitudinal. **ME** Músculo estriado, **CL** tejido conectivo laxo, **CDI** tejido conectivo denso irregular, **E** epitelio plano estratificado.



El esófago está rodeado de una gruesa capa de músculo estriado, formando la muscular propia, con dos mantos: uno interno y otro externo (Fig. 16); la musculatura esquelética se debe al movimiento voluntario que realiza el animal en el momento de engullir su alimento. El músculo estriado se caracteriza por presentar estrías transversas; está compuesto por células contráctiles que tienen muchos núcleos, son muy largas y se conocen como “fibras musculares” unidas entre si por tejido colágeno de soporte (Burkitt *et al.*, 1996).

Figura 16. Músculo estriado 100x. **A.** Longitudinal **B.** Transversal. **N** Núcleos de las fibras musculares, **F** fascículos, **E** endomisio, **P** perimisio, **Fm** fibras musculares, **Fb** fibroblastos.



Las fibras musculares están unidas mediante tejido conectivo laxo denominado endomisio (Fig. 16); los grupos de fibras musculares en haces alargados se llaman fascículos y se encuentran separados unos de otros por tejido conectivo laxo conocido como perimisio, donde pueden observarse los fibroblastos (células responsables de la síntesis y mantenimiento de la sustancia extracelular) teñidos de rosado y los núcleos en morado.

## **UNIÓN ESÓFAGO-ESTÓMAGO**

En la zona de unión del esófago con el estómago, generalmente se observa un gran cambio a nivel de la mucosa, pero en este caso no es posible determinar esa transición, ya que como se mencionaba anteriormente, el esófago no tiene una longitud establecida, simplemente es la abertura inicial que da paso al estómago.

## **ESTÓMAGO**

En este estudio se tomaron dos porciones del estómago: la zona anterior que va conectada al esófago y una zona posterior que se va a unir luego con el intestino. Reifel (1978) utiliza el término “píloro” para referirse a la porción distal y la parte proximal la denomina “corpus” o “cuerpo”, ya que considera que al hablar de

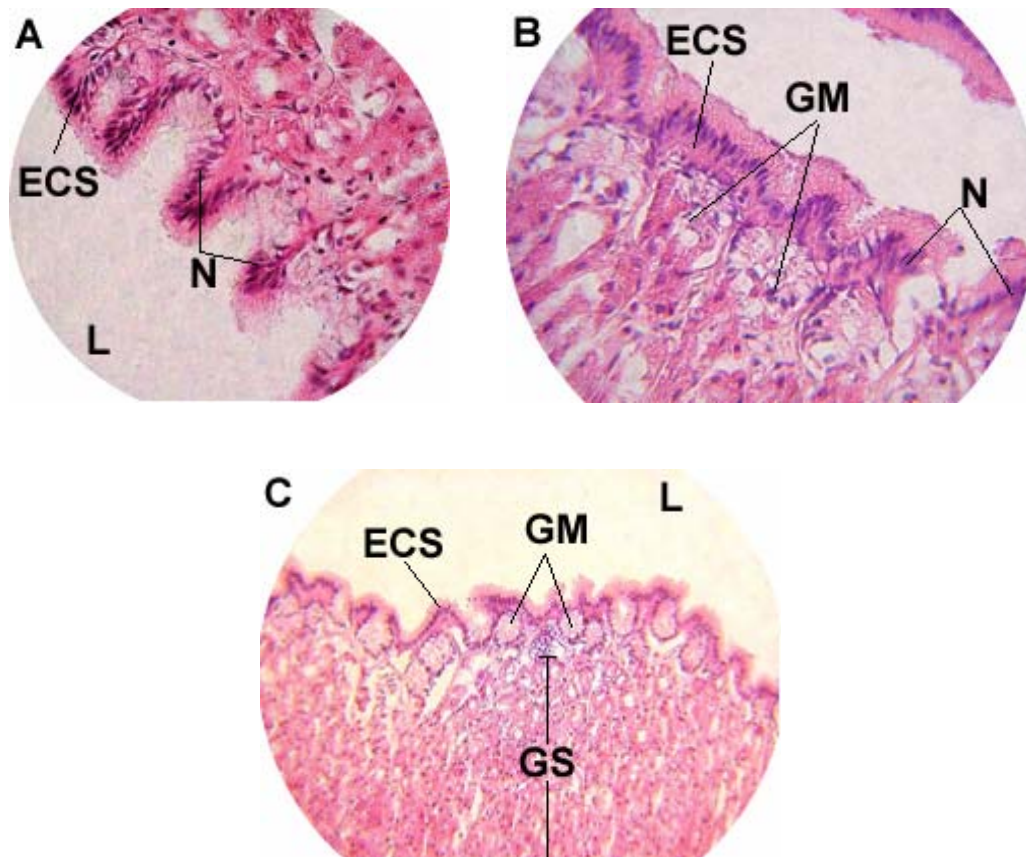


cardias, se está cometiendo un error al utilizar la nomenclatura gástrica que se utiliza en los mamíferos. Por lo tanto, se tomaron estos dos nombres para referirse al estómago anterior y al estómago posterior: cuerpo y píloro respectivamente.

### Cuerpo

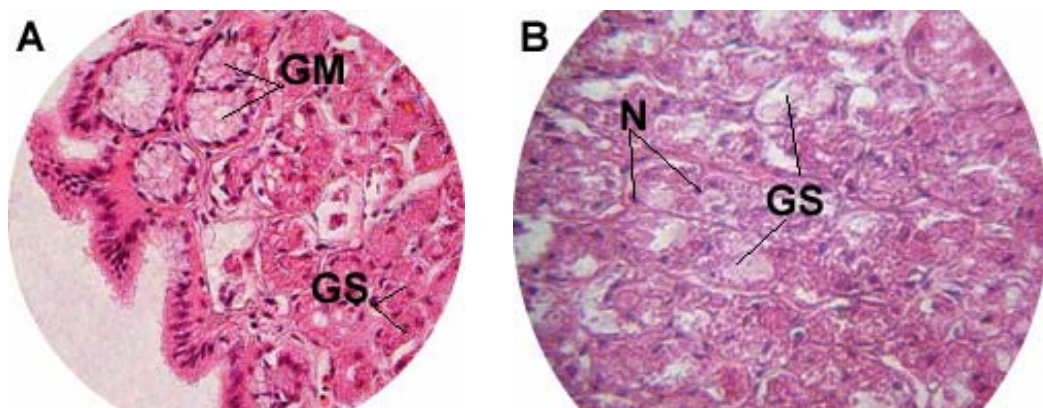
La mucosa está formada por epitelio cilíndrico simple, glándulas mucosas y glándulas serosas. Las células del epitelio se agrupan formando, tanto alineaciones como pliegues ondulados, que dan lugar a las foveolas gástricas. Las glándulas se ubican desde la muscular de la mucosa hasta la luz del estómago, donde desembocan por medio de la foveolas y pueden ser simples o ramificadas.

Figura 17. Epitelio de la mucosa del cuerpo del estómago. **A.** pliegues en forma de W 100x. **B.** Epitelio sin pliegues 100x. **C.** Epitelio y glándulas 40x. **ECS** Epitelio cilíndrico simple, **GM** glándulas mucosas, **GS** glándulas serosas, **N** núcleos de las células epiteliales, **L** luz.

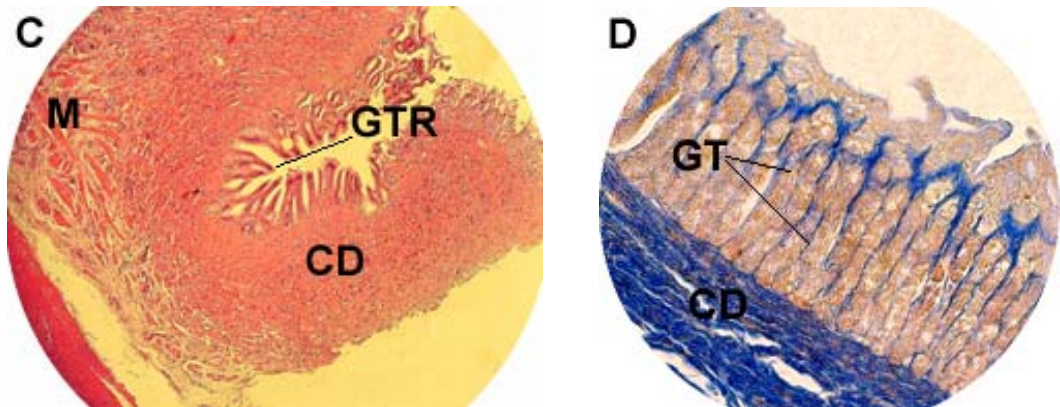


Esta zona –mucosa- posee glándulas que secretan jugos gástricos y moco protector (Wheater *et al*, 1980). Las células que forman las glándulas presentan diferentes formas: redondas, poligonales, ovoidales (Reifel y Travill, 1978). Las glándulas mucosas que se ubican bajo el epitelio son más grandes y su coloración es pálida, los núcleos de las células que las forman son basales, y su secreción es “moco” (material viscoso rico en glucoproteínas tipo mucina) (Paniagua, 1997), mientras que las glándulas serosas son más pequeñas, hay mayor cantidad, su coloración es rojiza, se ubican bajo las glándulas mucosas y su secreción es muy acuosa o fluida y se observa como gránulos denominados “gránulos de cimógeno” (Paniagua, 1997). Las glándulas serosas se agrupan formando columnas o tubos largos, que pueden distinguirse con mayor facilidad al utilizar una tinción denominada “Método de azocarmine-anilina azul de Heidenhains” (Anexo H); debido a la afinidad del tejido conjuntivo con los colorantes, se observa claramente la formación de estas columnas separadas entre sí por tejido conjuntivo. Se observa también una glándula tubular ramificada que tiene epitelio cilíndrico simple, rodeado de tejido conjuntivo denso irregular, que a su vez está delimitado por paquetes de músculo liso longitudinal y transversal (Fig. 18).

Figura 18. Glándulas gástricas del cuerpo del estómago. **A.** Glándulas mucosas **GM**, glándulas serosas **GS** 100x. **B.** Glándulas serosas, **N** núcleos de las células serosas 100x. **C.** Glándula tubular ramificada **GTR** 10x, **M** músculo liso. **D.** Glándulas tubulares serosas **GT** (Coloración de Heidenhains) (Anexo H) 40x., **CD** tejido conjuntivo denso irregular.

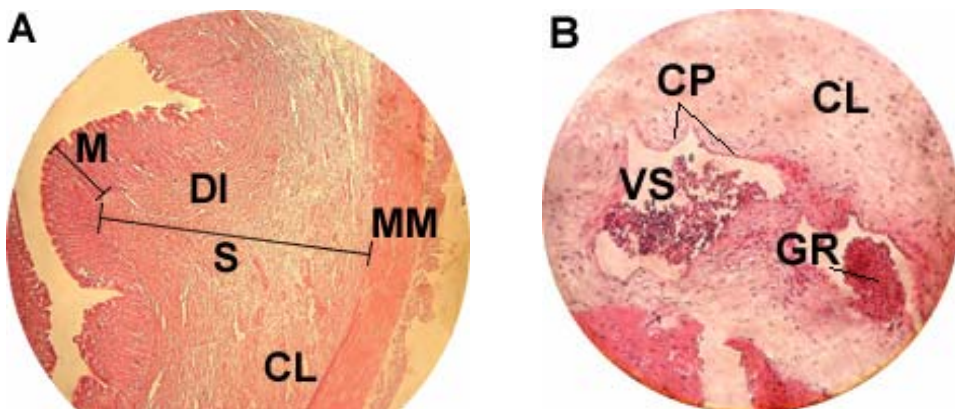






La capa muscular de la mucosa no se percibe en estos aumentos. La submucosa (Fig. 19) está formada por tejido conjuntivo laxo, donde se encuentran diversos vasos sanguíneos, y por tejido conjuntivo denso irregular. Los vasos sanguíneos son en su mayoría capilares de paredes delgadas formadas por epitelio plano simple, y se observan glóbulos rojos en su interior.

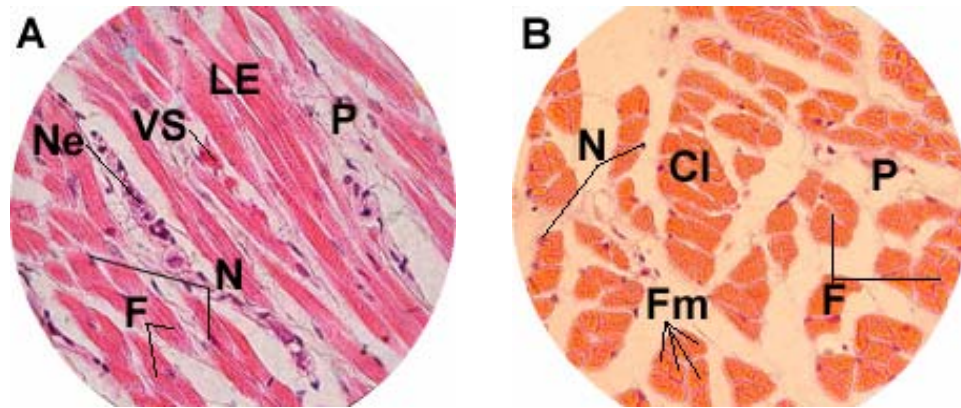
Figura 19. **S** Submucosa **A.** 10x **B.** 40x. **M** mucosa; **DI** tejido denso irregular; **CL** conjuntivo laxo; **MM** muscular propia; **VS** Vaso sanguíneo; **GR** glóbulos rojos; **CP** células planas.



Las paredes del estómago presentan músculo estriado en la mayoría de las placas, en otras el músculo presente es liso y forma la muscular propia. Se observa la capa circunferencial interna y la capa longitudinal externa (Fig. 20).

Claramente se ven tanto los núcleos de las células musculares y tejido conectivo entre los haces, como los paquetes o fascículos musculares entre tejido conjuntivo laxo conocido como perimisio.

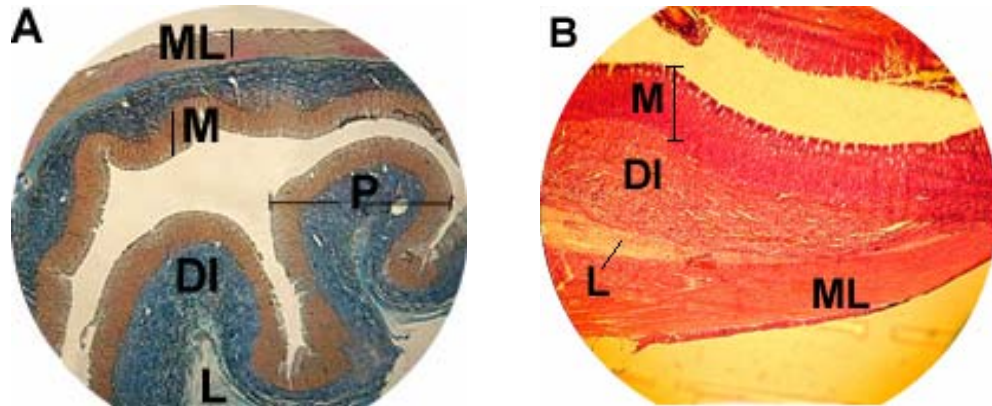
Figura 20. Muscular propia (músculo estriado) 100x. **A.** Capa longitudinal externa **LE**. **B.** Capa circunferencial interna **CI**. **N** Núcleo de las fibras musculares, **P** perimisio, **F** fascículos, **Fm** fibras musculares, **VS** vaso sanguíneo, **Ne** haz nervioso.



### Píloro

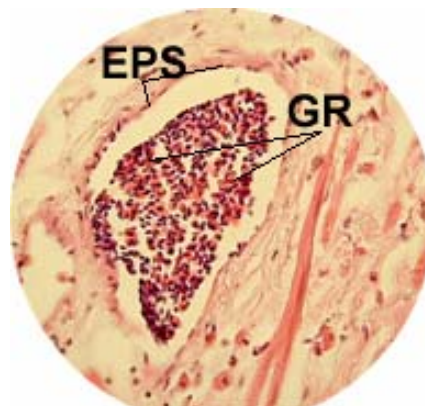
Es la parte que se encuentra hacia la zona posterior del individuo. Hacia la luz del estómago se observan diversos pliegues longitudinales que permiten su distensión en el momento de la ingesta (Fig. 21) (Burkitt *et al.* 1996). Está rodeada de una capa de músculo liso transversal y otra de músculo liso longitudinal, las cuales forman la muscular propia.

Figura 21. Disposición general del píloro 10x **A**. Coloración de Heidenhains **B**. H-E. **M** Mucosa, **DI** tejido conjuntivo denso irregular, **L** tejido conjuntivo laxo, **ML** muscular propia, **P** pliegues.



La submucosa está formada por tejido conjuntivo laxo y denso irregular, donde se pueden encontrar vasos sanguíneos (Fig. 22) formados de epitelio plano simple y glóbulos rojos en su interior. La muscular de la mucosa es casi imperceptible.

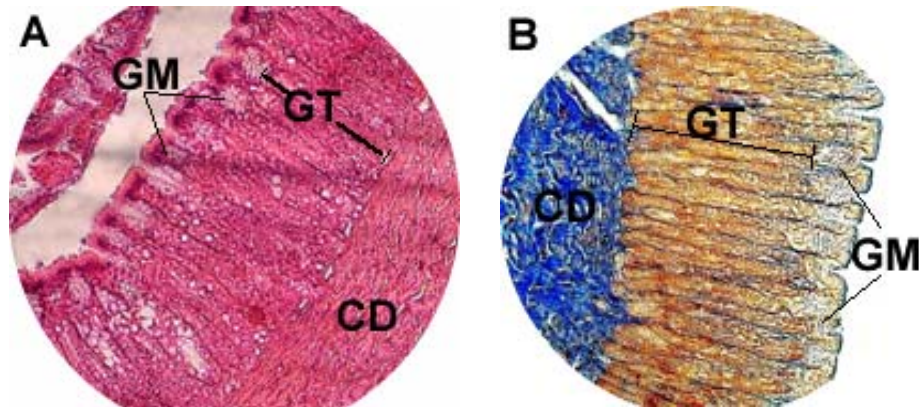
Figura 22. Vaso capilar en la submucosa del píloro 100x. **EPS** epitelio plano simple, **GR** glóbulos rojos.



En la mucosa se encuentran glándulas gástricas tubulares sobre un tejido conjuntivo denso irregular (Fig. 23); en el epitelio se observan células columnares en una sola capa. Algunas veces estas células se agrupan formando un ramo de modo que sus bases están agrupadas en un mismo tallo y el cuerpo de cada

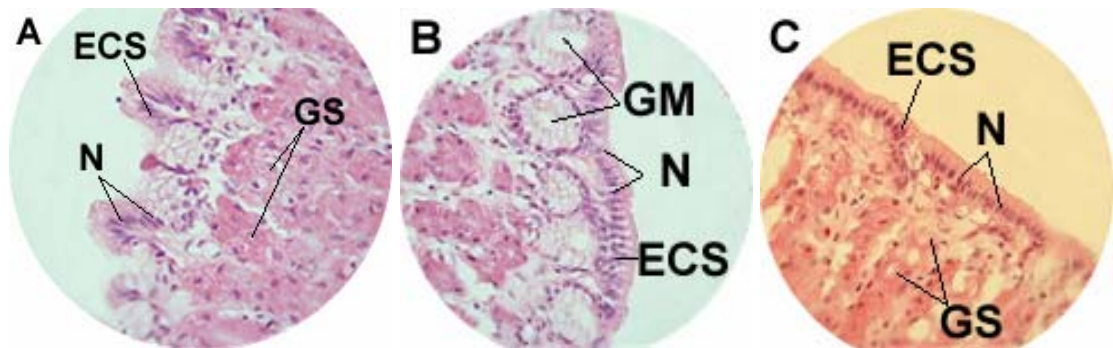
célula se despliega, otras veces su ubicación es continua (Fig. 24).

Figura 23. Glándulas en dos coloraciones distintas 40x **A**. Hematoxilina-Eosina **B**. Heidenhains (Anexo H). **GT** glándulas tubulares, **GM** glándulas mucosas, **CD** tejido conjuntivo denso irregular.



En mayor aumento (Fig. 24) se observan las células cilíndricas que forman el epitelio simple que va a la luz del píloro:

Figura 24. Epitelio cilíndrico simple **ECS** 100x **A**. Epitelio en racimo **B**. Epitelio con glándulas mucosas **GM** **C**. Epitelio continuo. **N** núcleos de las células epiteliales, **GS** glándulas serosas.



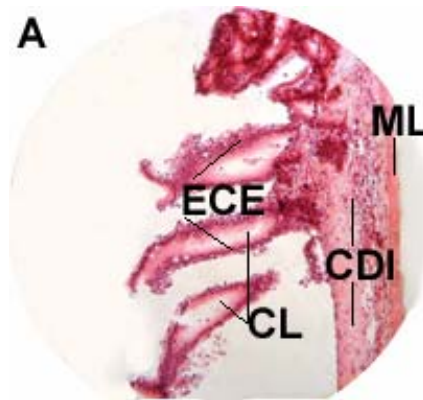
## **UNIÓN ESTÓMAGO-INTESTINO**

En la unión se encuentran cinco ciegos pilóricos de estructura similar a la del



intestino. Están rodeados de músculo liso con una capa interna longitudinal y otra externa transversal. La mucosa (Fig. 25) está formada por epitelio cilíndrico estratificado, el cual está sostenido por una submucosa formada por dos capas de tejido conjuntivo laxo, con una capa de tejido denso irregular en medio de éstas.

Figura 25. Ciego pilórico, disposición general 100x. **ML** Músculo liso, **ECE** epitelio cilíndrico estratificado, **CL** tejido conjuntivo laxo, **CDI** tejido conjuntivo denso irregular.



En el punto de transición de píloro a intestino, se observa epitelio cilíndrico simple formando glándulas redondas. Posteriormente el epitelio es estratificado y no forma glándulas; la submucosa tiene conjuntivo denso irregular con ondulaciones y tejido conjuntivo laxo que forma prolongaciones rodeado de músculo liso longitudinal y transversal, pero la mayoría de las características que se observan corresponden al intestino.

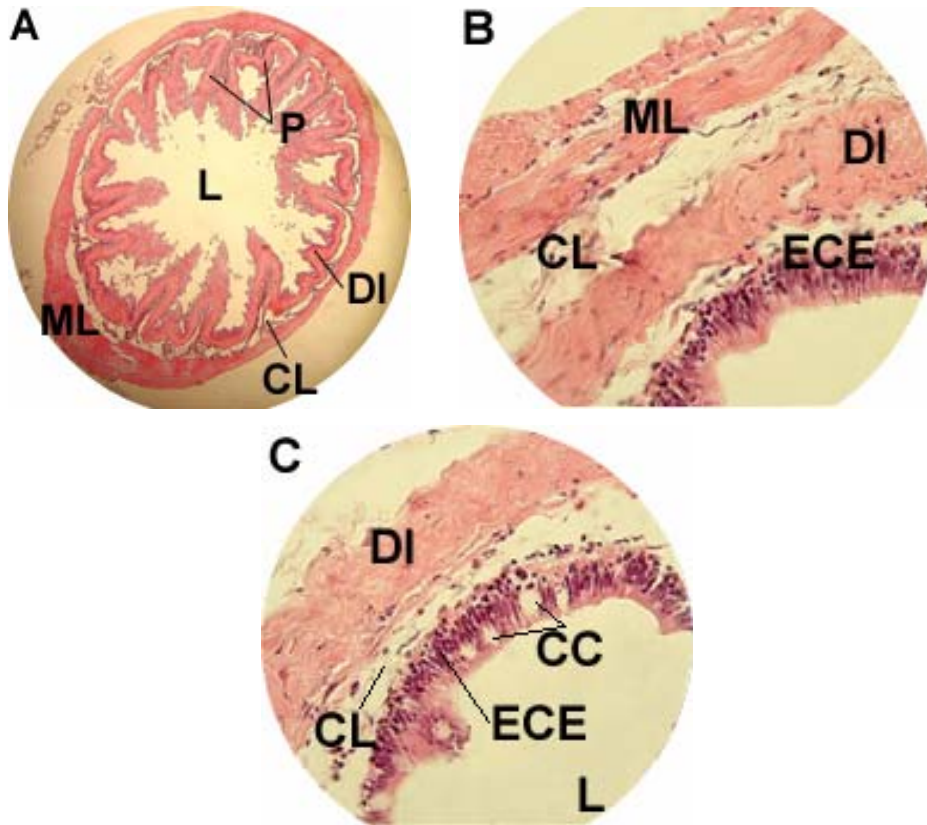
## **INTESTINO**

### INTESTINO ANTERIOR

Se denomina así a la primera parte del intestino que se encuentra más cerca al estómago. La capa muscular propia está formada por músculo liso transversal y longitudinal rodeando la submucosa, formada por conjuntivo laxo donde hay muchos glóbulos rojos, capilares y arteriolas; luego se observa tejido conjuntivo denso irregular que forma pliegues ondulados (Fig. 26) y de nuevo laxo, el cual

forma proyecciones como puntas o prolongaciones sirviendo de sostén al epitelio estratificado columnar donde hay muchas células caliciformes; la luz es muy amplia.

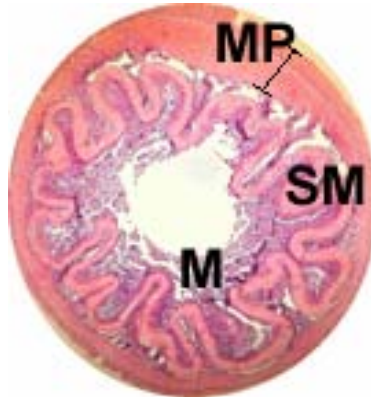
Figura 26. Intestino anterior **A**. Vista general 5x. **B.** y **C.** 100x. **ML** Músculo liso, **CL** tejido conjuntivo laxo, **DI** tejido conjuntivo denso irregular, **P** pliegues, **L** luz, **ECE** epitelio cilíndrico estratificado, **CC** célula caliciforme.



### INTESTINO MEDIO

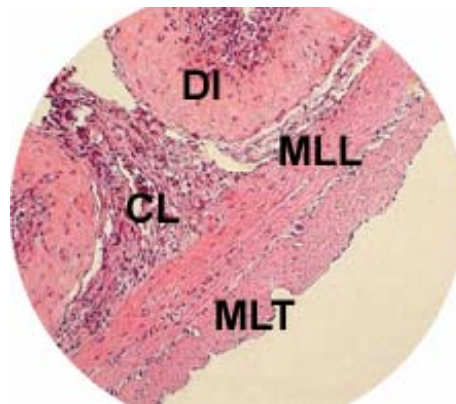
Es la zona que se encuentra entre el intestino anterior y el posterior. Se diferencia principalmente del intestino anterior por los pliegues que forma el tejido conjuntivo denso irregular, reduciendo así un poco la amplitud de la luz, aunque la estructura general a nivel de tejido es similar (Fig. 27).

Figura 27. Intestino medio 5x. **MP** Muscular propia, **SM** submucosa, **M** Mucosa.



En la parte externa hay músculo liso con núcleos alargados en dos capas: transversal y longitudinal formado así la muscular propia (Fig. 28); la submucosa consta de conjuntivo laxo donde se encuentran capilares y arteriolas formadas por epitelio plano simple, observándose células sanguíneas en su interior. Luego hay conectivo denso irregular formando pliegues sobre los cuales hay otra parte de laxo con muchas prolongaciones hacia la luz, sirviendo de sostén al epitelio cilíndrico estratificado (Fig. 29), el cual tiene muchas células caliciformes.

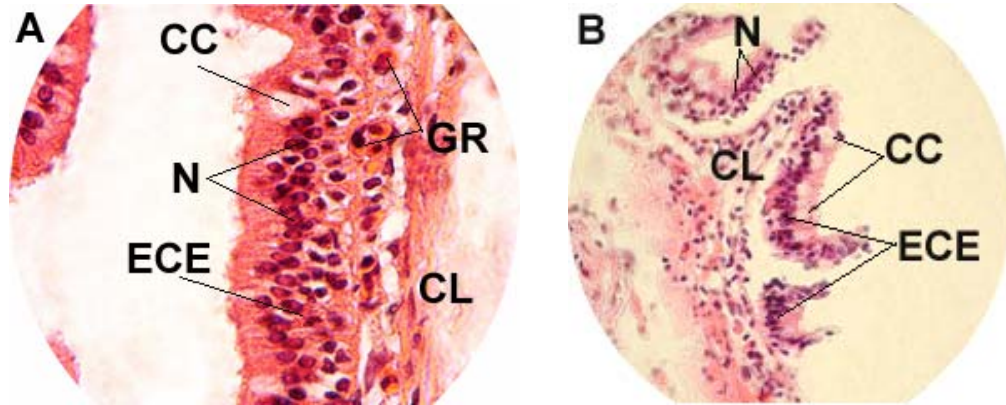
Figura 28. Muscular propia y submucosa del intestino medio 40x. **DI** Tejido conjuntivo denso irregular, **CL** tejido conjuntivo laxo, **MLL** músculo liso longitudinal, **MLT** músculo liso transversal.



Las células del epitelio guardan estrecha proximidad. Ocasionalmente debido al número de células que varía en cada estrato, se presentan ciertas ondulaciones,

pero las mayores diferencias en éstas están dadas por la submucosa.

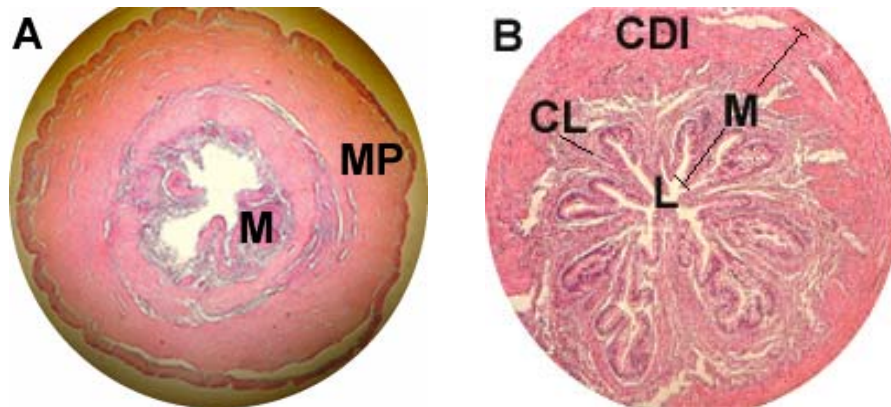
Figura 29. Epitelio intestino medio 100x. **ECE** epitelio cilíndrico estratificado, **CL** tejido conjuntivo laxo, **CC** células caliciformes, **N** núcleos de las células epiteliales, **GR** glóbulos rojos.



### INTESTINO POSTERIOR

La principal característica de la última zona del intestino es el grosor de la capa muscular propia, formada por músculo liso dispuesto en dos capas, una externa transversal y otra interna longitudinal (Fig. 30).

Figura 30. Intestino posterior **A**. 5x **B**. 10x. **MP** muscular propia, **M** mucosa, **CL** conjuntivo laxo, **CDI** conjuntivo denso irregular, **L** luz.

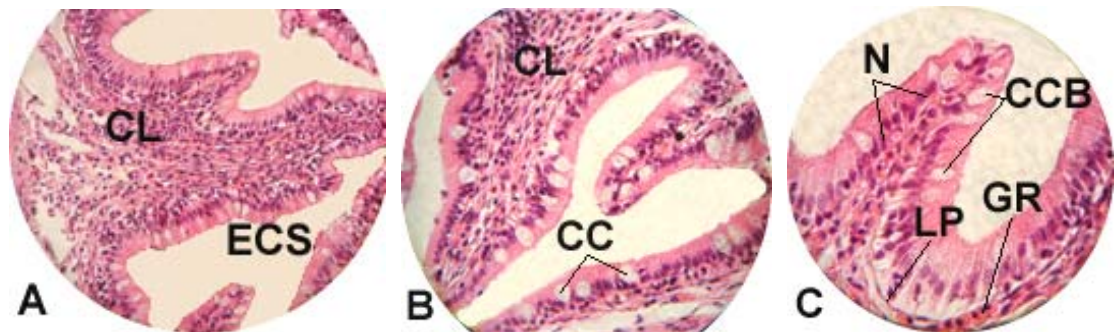


La submucosa está formada por una capa de conjuntivo denso irregular y una



capa laxa, sirviendo de sostén a la mucosa que muestra un epitelio cilíndrico estratificado (Fig. 31) hacia una luz muy estrecha; hay numerosas células caliciformes, ya que es necesaria una buena lubricación para expulsar los desechos; muchos glóbulos rojos en arteriolas y capilares de la zona laxa. Debido a los pliegues de la submucosa, la luz se ve muy cerrada.

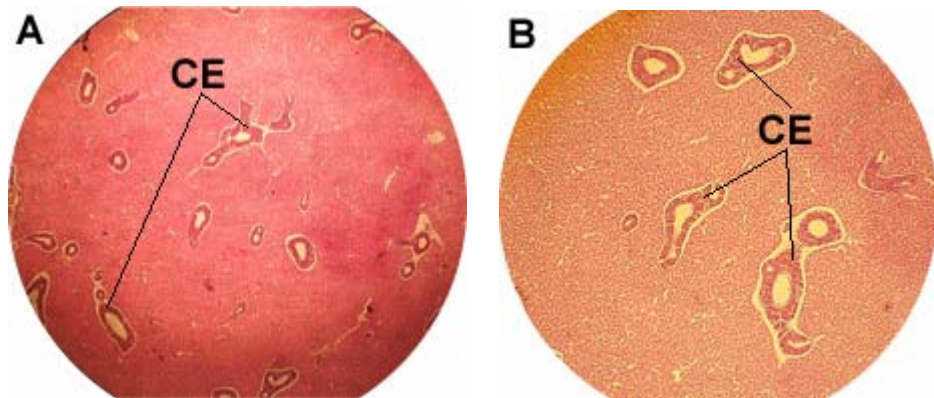
Figura 31. Mucosa del intestino posterior **A.** 40x **B.** y **C.** 100x. **CL** tejido conjuntivo laxo, **ECS** epitelio cilíndrico simple, **CC** células caliciformes, **LP** lámina propia, **GR** glóbulos rojos, **N** núcleos de las células epiteliales.



## HÍGADO

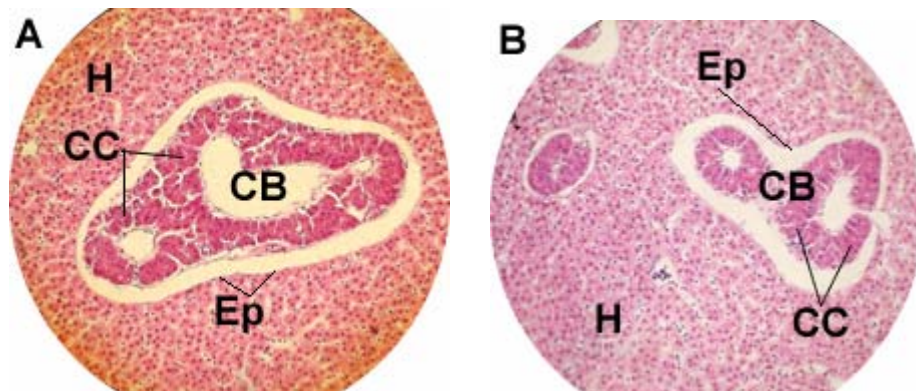
Las células que forman el hígado se denominan hepatocitos. Son células poliédricas que tienen núcleos grandes y redondeados con un nucleolo prominente (Burkitt *et al*, 1996). Aunque tradicionalmente los hepatocitos se han descrito como dispuestos en lobulillos, en el pargo rayado no están dispuestos de esta forma. (Fig. 32) y por lo tanto no hay una vena centrolobulillar. Los hepatocitos forman placas planas y anastomosadas, generalmente de una célula de espesor, entre las que fluye la sangre lentamente hacia una vena hepática, lo cual permite aumentar la superficie de contacto entre los hepatocitos y la sangre (Wheater *et al*. 1980).

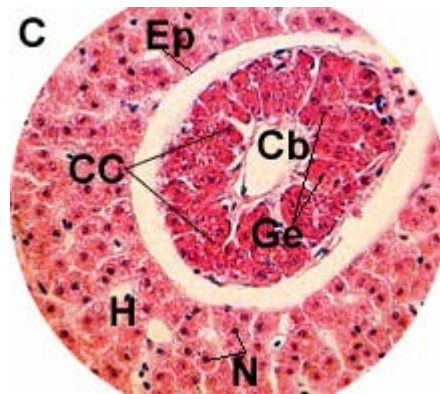
Figura 32. Vista general de hígado **A.** 5x **B.** 10x. **CE** Conducto excretor



Existen varios conductos excretores formados por una capa de células epiteliales planas, que rodean células cilíndricas y cúbicas dispuestas en estratos. Se observa un espacio muy notorio entre los hepatocitos y el conducto biliar (Fig. 33). El epitelio plano recubre los hepatocitos cuando hay cerca un conducto excretor; entre las células que forman dichos conductos se observan, no muy claramente, gránulos acidófilos que con ayuda del micro en el microscopio se perciben mejor por el brillo que despiden.

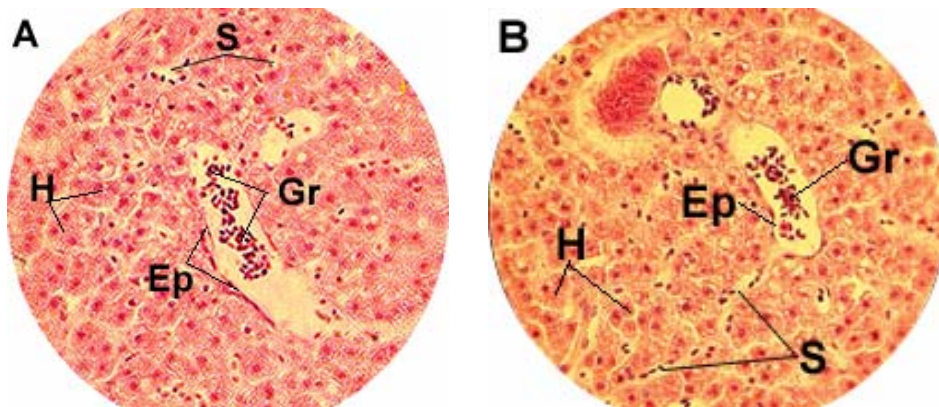
Figura 33. Conducto biliar **CB** **A.** y **B.** 40 x **C.** 100x. **Ep** epitelio plano, **H** hepatocitos, **CC** células cúbicas y cilíndricas, **N** núcleo de los hepatocitos, **Ge** gránulos eosinófilos





Se observan vasos sanguíneos de diversos tamaños formados por epitelio plano simple, el cual forma la túnica íntima, guardando glóbulos rojos en su interior; la mayoría son capilares. Así mismo, la presencia de sinusoides entre los hepatocitos permite la circulación de la sangre hasta las venas hepáticas (Wheater *et al.*, 1980) (Fig. 34). Los sinusoides están recubiertos por una capa discontinua de células, cuyo núcleo se observa densamente aplanado y su escaso citoplasma poco teñido (Burkitt *et al.*, 1996).

Figura 34. Capilar en el hígado, 100x. **A.** Corte longitudinal **B.** Corte transversal y longitudinal. **H** hepatocitos, **Ep** epitelio plano simple, **Gr** glóbulos rojos, **S** sinusoides.



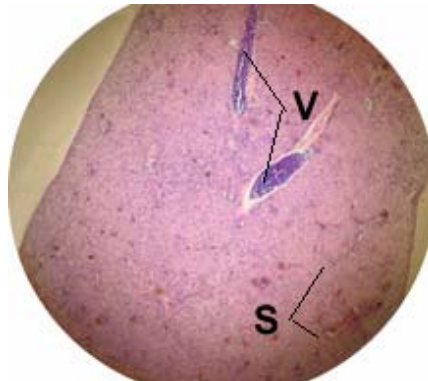
## PÁNCREAS

Es una de las glándulas anexas encargada de almacenar y secretar diferentes enzimas digestivas (Vásquez, 2001). Según el lugar a donde envíe sus secreciones, se conocen dos tipos de tejido pancreático: endocrino y exocrino. El tejido endocrino forma los islotes de Langerhans que se encuentran distribuidos en el tejido exocrino, que a su vez está formado por acinos secretores de proteínas. Estos últimos se encuentran estrechamente juntos y drenan hacia un sistema de conductos muy ramificados (Wheater *et al*, 1980).

En las placas observadas no se diferencian los acinos pancreáticos en el máximo aumento trabajado (100x), sólo se ven las células pancreáticas secretoras sin un orden establecido.

Este órgano está recubierto por tejido conectivo laxo. En verde se observan depósitos de acumulaciones de secreción (Fig. 35). El páncreas de pargo no presenta lobulillos y sus células pancreáticas guardan estrecha proximidad.

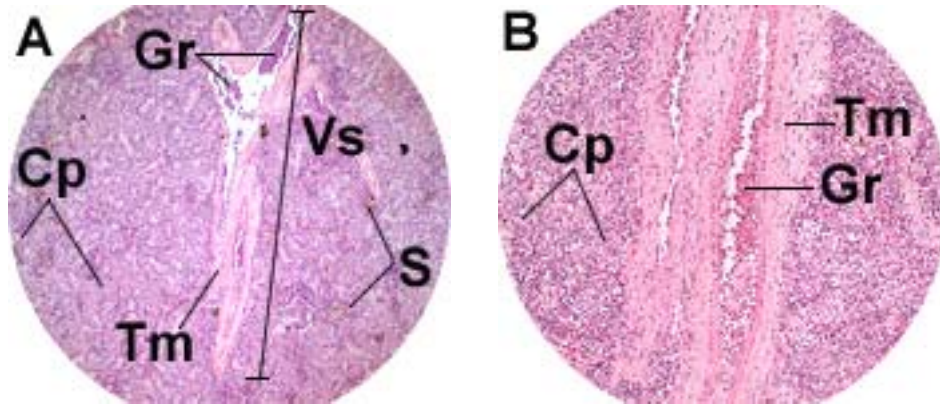
Figura 35. Vista general de páncreas 5x. **S** secreciones, **V** vasos sanguíneos.



Hay un gran número de vasos sanguíneos de diferente grosor, ya sean arterias, venas o arteriolas, los cuales pueden observarse transversal y/o longitudinalmente según el corte (Fig. 36).

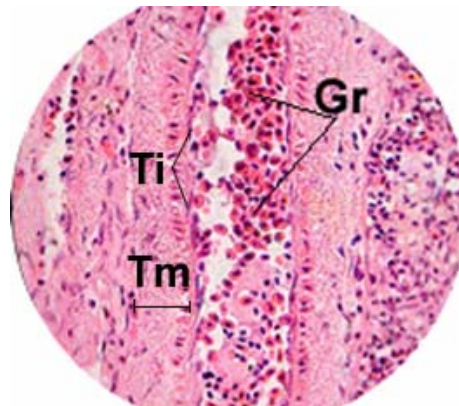


Figura 36. Vaso sanguíneo **Vs** (corte longitudinal) **A.** 10x **B.** 40x. **Gr** glóbulos rojos, **Tm** túnica media (tejido conjuntivo), **Cp** células pancreáticas, **S** secreciones.



En mayor aumento se observa un vaso sanguíneo de grueso calibre (Fig. 37) que presenta glóbulos rojos en la luz. Luego se encuentra el endotelio o túnica íntima: capa de células planas que forman el epitelio del vaso y por último, la túnica media: una capa de tejido conectivo denso irregular al que suceden células pancreáticas.

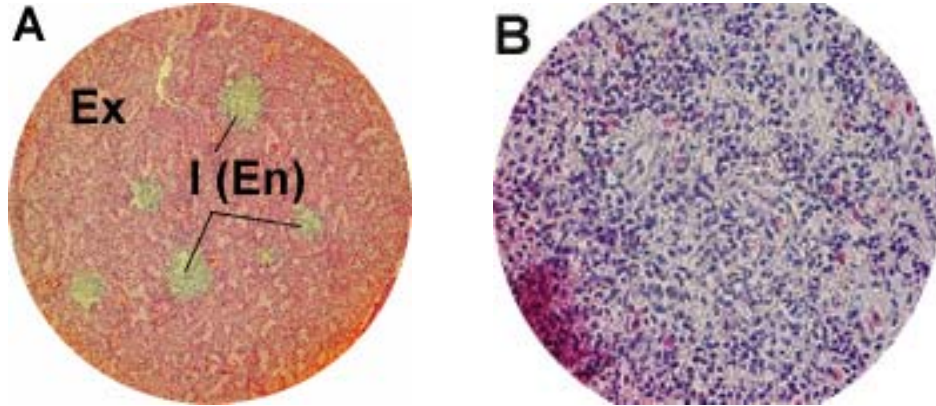
Figura 37. Vénula 100x. **Gr** glóbulos rojos, **Ti** túnica íntima, **Tm** túnica media.



El páncreas endocrino está formado por los Islotes de Langerhans, cordones celulares que en conjunto se ven como esferas de color pálido (Figura 38) en medio del color intenso del páncreas exocrino; están separados de las células pancreáticas de secreción externa por una delgada capa de tejido conectivo fibrilar

(Di Fiori, 1965).

Figura 38. **A.** Páncreas exocrino **Ex** y endocrino **En** 10x **B.** Islote de Langerhans 100x



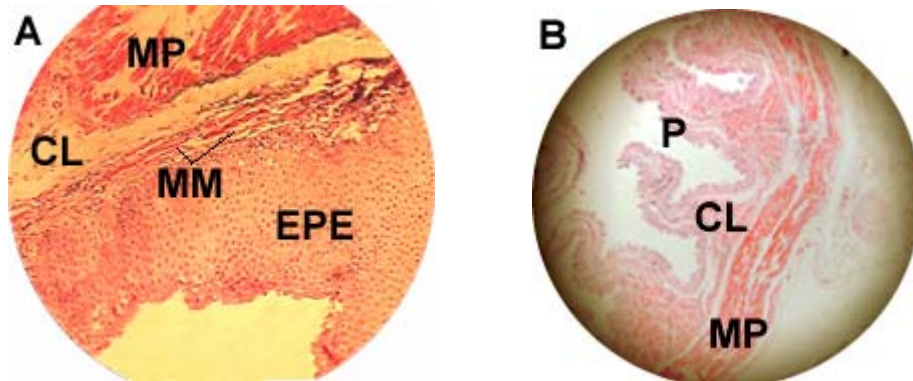
Con métodos especiales de tinción se diferencian dos tipos principales de células granulares: Células A o  $\alpha$ : de gránulos grandes, color rojo brillante e insolubles en alcohol, encargadas de producir glucagón, y células B o  $\beta$ , de gránulos más pequeños que se tiñen de color naranja parduzco y son solubles en alcohol, encargadas de producir insulina (Di Fiori, 1965). En este estudio no se logran observar estas células por el tipo de colorantes empleados, puesto que todas las células se observan teñidas de azul oscuro y otras azul claro, pero no es clara la diferenciación entre  $\alpha$  y  $\beta$ .

### 2.2.2 *Mugil liza*

## ESÓFAGO

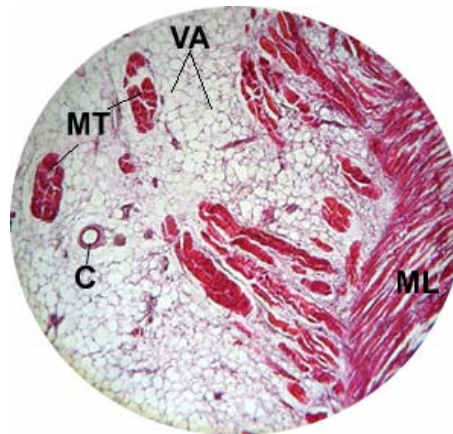
La capa muscular propia está formada por músculo esquelético (Fig. 39), puesto que la acción de pasar el alimento de la cavidad oral al estómago es un movimiento voluntario. Está compuesta de dos estratos: uno interno longitudinal y otro externo transversal o circular; entre los haces musculares longitudinales o fascículos se observa tejido conjuntivo laxo, capa que se denomina perimisio.

Figura 39. Esófago **A.** 40x **B.** 10x. **MP** Muscular propia, **CL** tejido conjuntivo laxo, **MM** haces de muscular de la mucosa, **EPE** epitelio plano estratificado, **P** pliegues.



La submucosa contiene colágeno laxo, donde se encuentran capilares formados por una capa simple de células planas y en su interior glóbulos rojos; algunas veces se observan células de tejido adiposo (Fig. 40); existen células granulares dispersas en el tejido conectivo laxo que contienen un núcleo muy pequeño, además de gránulos de naturaleza acidófila que les confieren un tono rojizo.

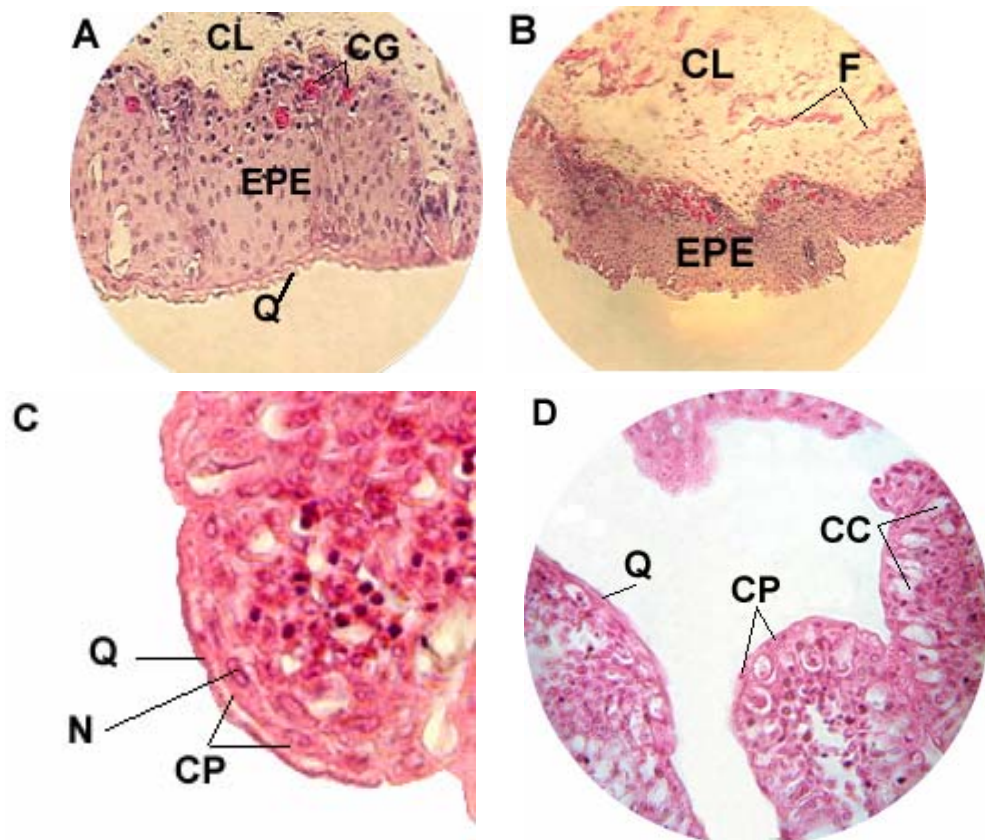
Figura 40. Submucosa del esófago 10x. **VA** vesículas de tejido adiposo blanco, **C** capilar, **MT** músculo transversal, **ML** músculo longitudinal.



La mucosa muestra un epitelio plano estratificado (Fig. 41), aunque las células planas no se observan fácilmente. Sobre ellas se observa una capa irregular de recubrimiento denominada queratina, que sirve de protección debido a la dieta de

consistencia dura de esta especie. En el epitelio también se observan células granulares acidófilas. La muscular de la mucosa no pude observarse siempre; ocasionalmente deja ver ciertas fibras longitudinales.

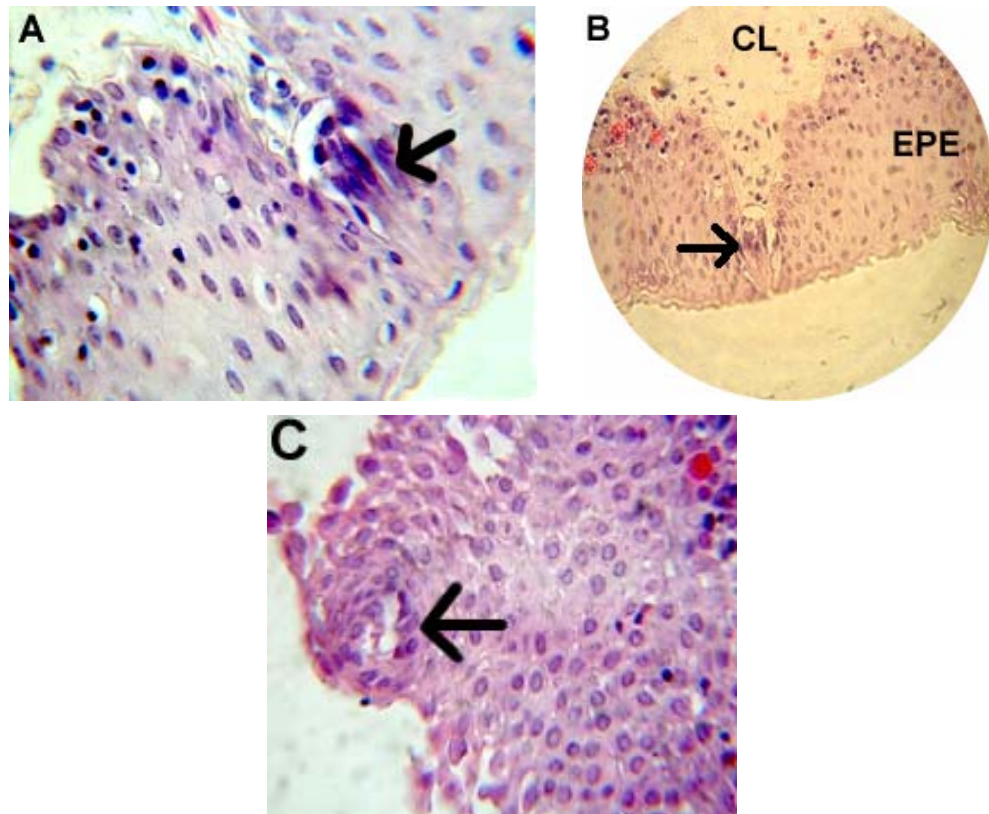
Figura 41. Mucosa y submucosa del esófago **A.** y **D.** 100x. **B.** 40x **C.** 100x más zoom 2.6x de la cámara. **Q** queratina, **EPE** epitelio plano estratificado, **CG** células granulares eosinófilas, **CL** tejido conjuntivo laxo, **F** fibroblastos, **N** núcleo de célula plana, **CP** célula plana, **CC** célula caliciforme.



En algunas ocasiones se observa una agrupación de células ovoidales incrustadas en el epitelio (Reifel y Travill., 1977), dando lugar a una papila gustativa (Fig. 42A) cuya ubicación tiende hacia el extremo de los pliegues y crestas. En otra zona dichas células se agrupan formando algo similar a un remolino (Fig. 42B).



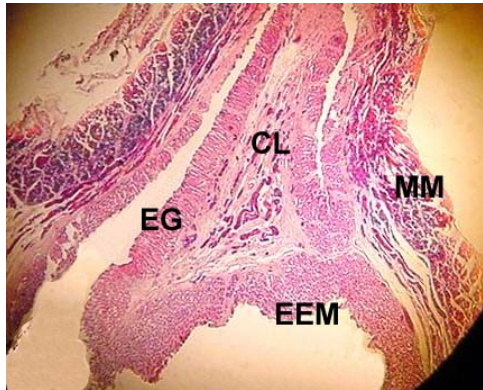
Figura 42. **A.** y **B.** Receptor gustativo (flecha) 100x. **C.** Remolino



## **UNIÓN ESÓFAGO-ESTÓMAGO**

El estómago inicia su formación alrededor de la última porción del esófago. Esta zona está rodeada de músculo esquelético; se observa epitelio con células glandulares (Fig. 43) lo cual indica el inicio de la zona del estómago, y epitelio plano estratificado, perteneciente al esófago, que tiene como base tejido conjuntivo laxo con fibroblastos.

Figura 43. Unión esófago-estómago 10x. **MM** Músculo esquelético, **CL** conjuntivo laxo, **EG** epitelio glandular, **EEM** epitelio plano estratificado.



## ESTÓMAGO

### ANTERIOR

Es la zona dirigida hacia la parte anterior del cuerpo del animal, aunque de su base se desprenda el intestino. Las paredes del estómago presentan la muscular propia muy ancha (Fig. 44) dispuesta en dos capas de músculo estriado: una externa transversal y otra interna longitudinal, las cuales sostienen la submucosa compuesta de tejido conjuntivo laxo, donde se alojan capilares y vénulas (Fig. 45), células adiposas y gránulos acidófilos.

Figura 44. Vista general de estómago **A**. 5x **B**. 40x. **MM** muscular propia, **CL** tejido conjuntivo laxo, **M** mucosa.

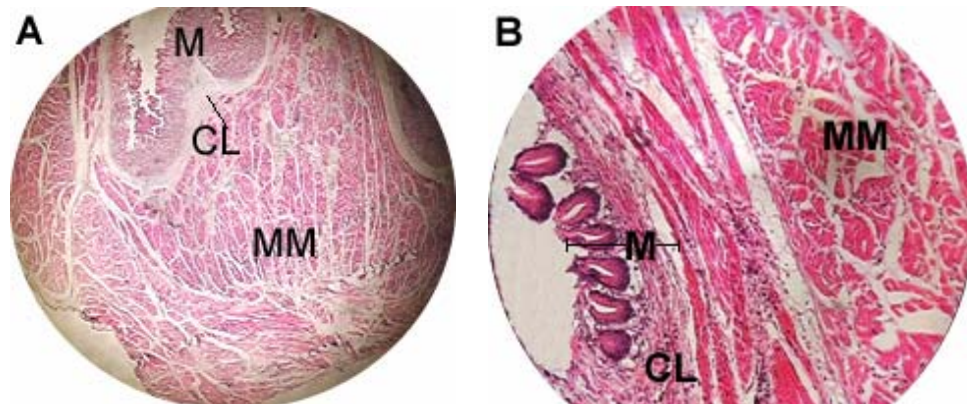
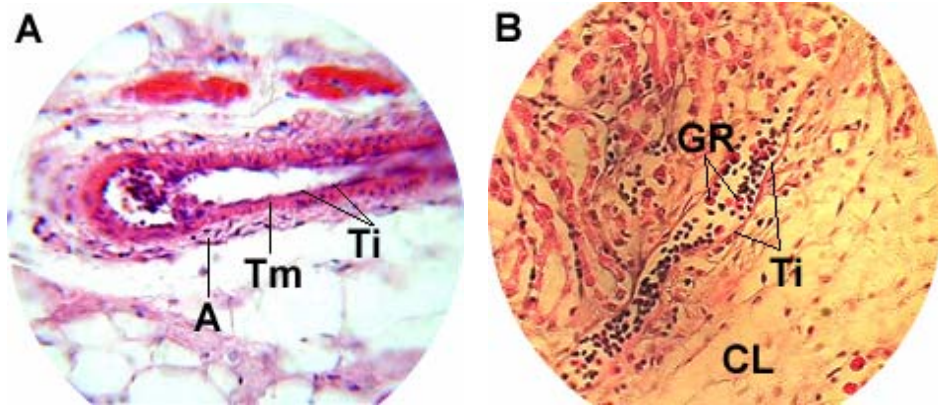
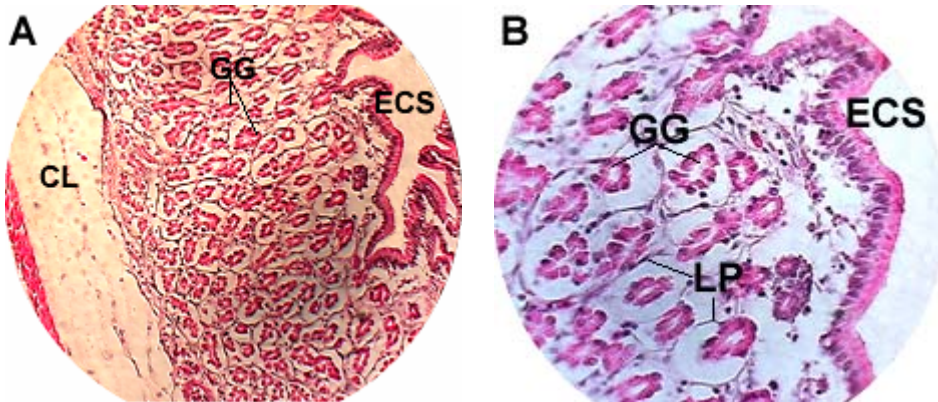


Figura 45. Submucosa del estómago anterior 100x **A**. Vénula, corte longitudinal. **Ti** Túnica íntima (células planas), **TM** túnica media (capa de músculo liso), **A** adventicia (capa de tejido conjuntivo). **B**. Capilar, corte longitudinal. **Gr** glóbulos rojos, **CL** tejido conjuntivo laxo.



En la mucosa se encuentran células cilíndricas glandulares que se agrupan para formar glándulas gástricas en formas redondeadas de secreción serosa (Fig. 46). El epitelio que va hacia la luz es cilíndrico simple y se observan algunas células caliciformes en medio de las epiteliales cilíndricas.

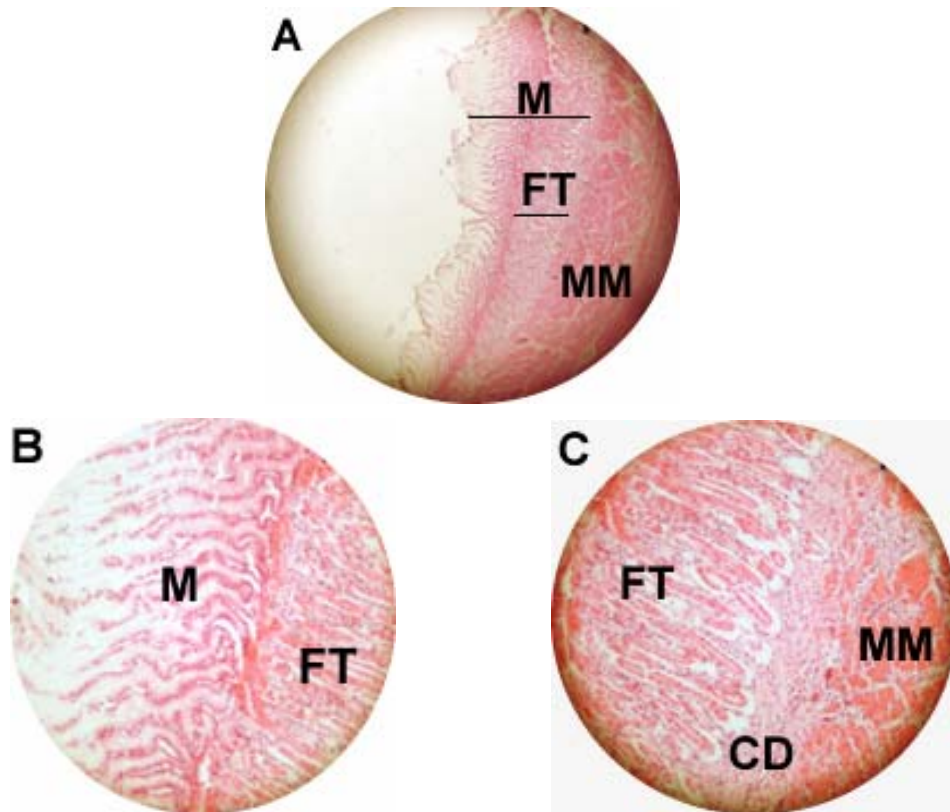
Figura 46. Mucosa del estómago anterior **A**. 40x. **B**. 100x. **CL** conjuntivo laxo, **GG** glándulas serosas, **ECS** epitelio cilíndrico simple, **LP** lámina propia.



En uno de los estómagos se observa una mucosa con glándulas gástricas de formas tubulares, las cuales se encuentran con otras células glandulares que tienen una disposición serpigiosa (Fig. 47).



Figura 47. Mucosa del estómago anterior **A.** 10X **B.** y **C.** 40x. **M** mucosa, **FT** glándulas gástricas de forma tubular, **MM** muscular propia, **CD** tejido conjuntivo denso irregular.

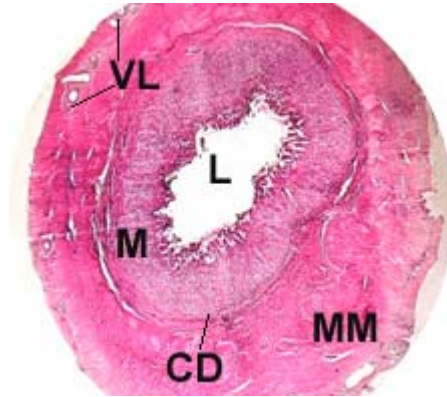


### POSTERIOR

Esta zona del estómago, correspondiente al ápice y cercanías, es la que se une con el esófago, a pesar que su orientación va dirigida hacia la parte posterior del cuerpo del animal.

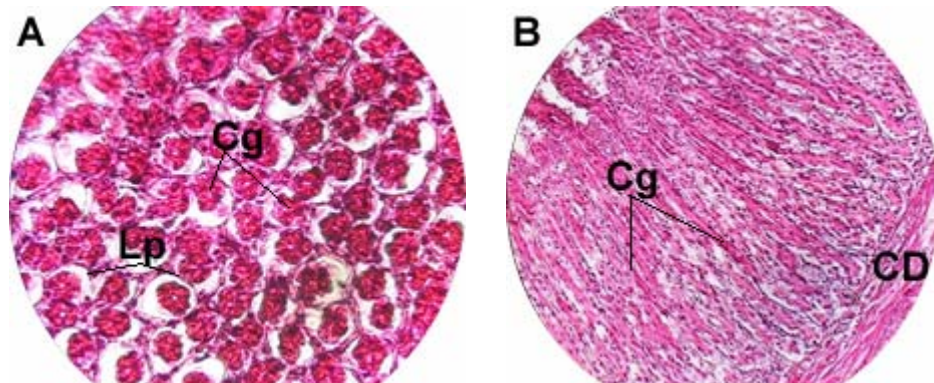
Su pared está compuesta de una gruesa capa de músculo liso longitudinal y transversal, en medio del cual pueden encontrarse vasos linfáticos (Fig. 48).

Figura 48. Estructura general del estómago posterior 5x. **MM** muscular propia, **CD** tejido conjuntivo denso irregular, **M** mucosa, **L** luz, **VL** vasos linfáticos.



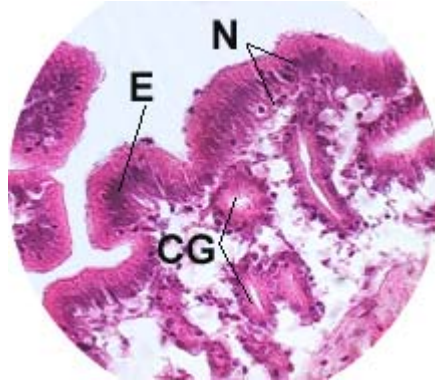
La submucosa está compuesta de tejido conjuntivo denso irregular alojando vasos sanguíneos de diferente grosor. En la mucosa se agrupan células glandulares de secreción serosa (Fig. 49).

Figura 49. Células glandulares **Cg** del estómago posterior. **A**. Corte transversal 100x **B**. Corte longitudinal 40x. **Lp** lámina propia, **CD** tejido conjuntivo denso irregular.



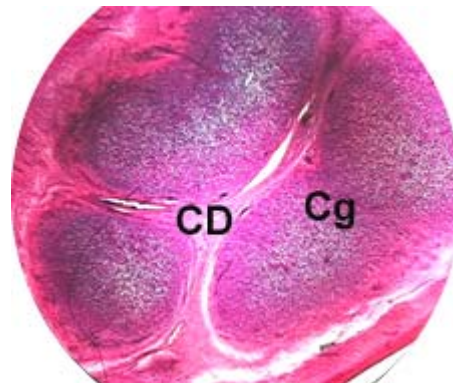
El epitelio está formado por células cilíndricas en un solo estrato, aunque a veces pareciera que fueran varios (Fig. 50). Se observan gránulos acidófilos en algunas partes de la submucosa y en algunas zonas del epitelio, dada su naturaleza son de color rojo.

Figura 50. Epitelio cilíndrico simple 100x. **E** epitelio, **N** núcleo de célula epitelial, **Cg** célula glandular.



En un corte longitudinal (Fig. 51), se observan tres secciones, las cuales tienen muchas células glandulares en su interior. En medio de las secciones se observa tejido conjuntivo denso irregular.

Figura 51. Estómago posterior 5x. **CG** Células glandulares, **CD** tejido conjuntivo denso irregular.



## **UNIÓN ESTÓMAGO-INTESTINO**

No existe un punto de unión definido entre el estómago y el intestino, puesto que el intestino sale de la base en la zona anterior del estómago, es decir, las paredes del estómago envuelven al intestino, de modo que es muy difícil de observar en las placas un cambio en mucosa o muscular propia.

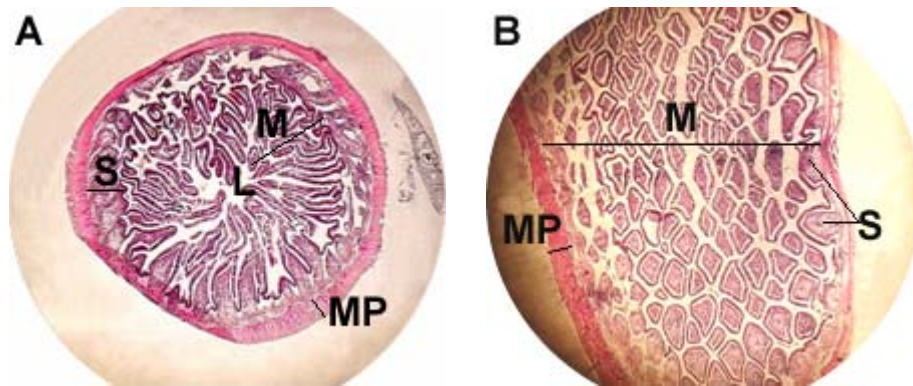
## **INTESTINO**

En las placas histológicas de intestino se presentó un problema al no observarse el epitelio completo o darse la ausencia total del mismo. Probablemente hubo errores en la fijación del órgano. Sólo hubo placas correspondientes a dos peces con resultados satisfactorios y los resultados acá presentados corresponden a estos individuos.

### ANTERIOR

Corresponde a la parte inicial del intestino, próxima al estómago. La muscular propia es muy delgada (Fig. 52), sus paredes están formadas por músculo liso dispuesto en dos capas, una interna longitudinal y otra externa transversal.

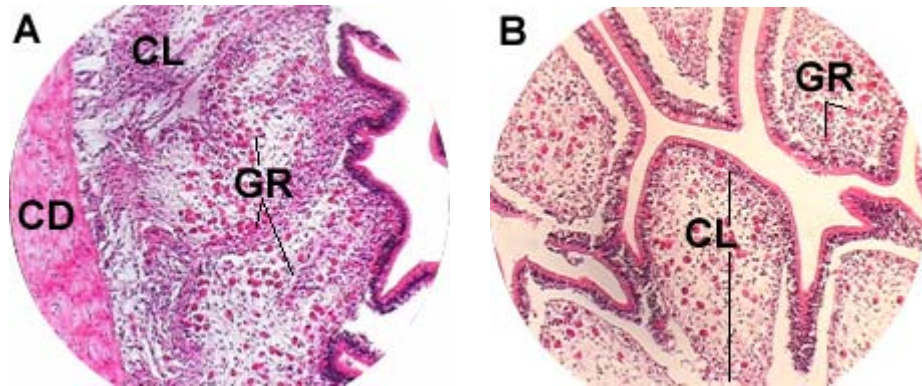
Figura 52. Intestino anterior 5x **A.** Corte transversal **B.** corte longitudinal. **MP** muscular propia, **S** submucosa, **M** mucosa, **L** luz.



La submucosa está poco desarrollada, consta de tejido conjuntivo denso irregular y conjuntivo laxo (Fig. 53) donde se observan muchos gránulos de naturaleza acidófila. El tejido conjuntivo laxo va formando prolongaciones hacia la luz, las cuales son vellosidades muy desarrolladas, ocupando la mayor parte de la superficie total. También presenta vasos sanguíneos y tejido adiposo.

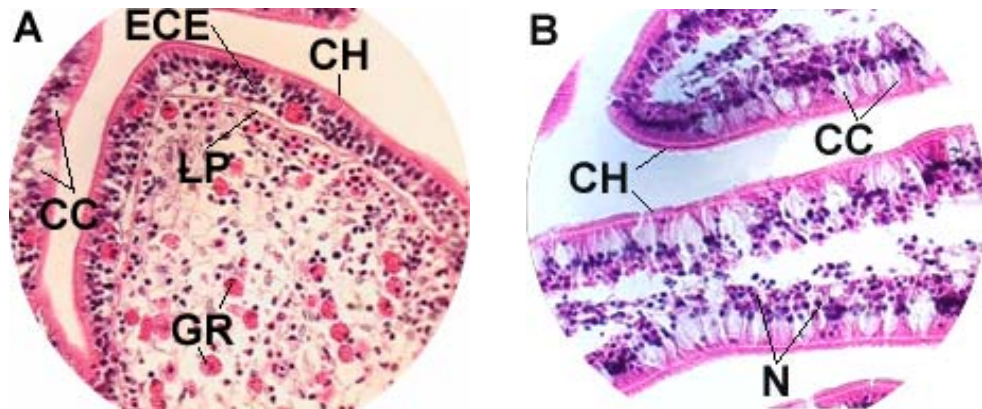


Figura 53. Submucosa del intestino anterior 40x. **A**. Transversal **B**. Longitudinal. **CL** tejido conjuntivo laxo, **GR** gránulos acidófilos, **CD** tejido conjuntivo denso irregular.



El epitelio que hace parte de la mucosa está formado por células cilíndricas en estratos; se observan muchas células caliciformes hacia la luz; todo el epitelio está cubierto de microvellosidades, las cuales se observan como un cepillo o chapa estriada (Fig. 54). La lámina propia se observa con claridad en el máximo aumento que permite el microscopio de luz.

Figura 54. Mucosa del intestino anterior 100x. **ECE** epitelio cilíndrico estratificado, **GR** gránulos acidófilos, **CC** células caliciformes, **CH** chapa estriada, **LP** lámina propia, **N** núcleos.



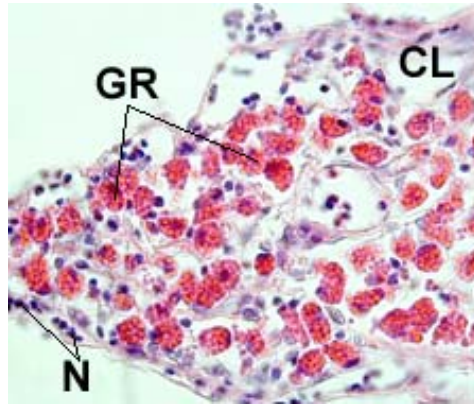
### MEDIO Y POSTERIOR

Corresponde para estas zonas, una parte del intestino tomada en la mitad del mismo y una sección hacia el final, justo antes de desembocar en el ano. No



existen diferencias a nivel histológico con el intestino anterior. Las características descritas son las mismas, excepto que la cantidad de gránulos acidófilos en el conjuntivo laxo es mucho más alta en la zona media del intestino (Fig. 55).

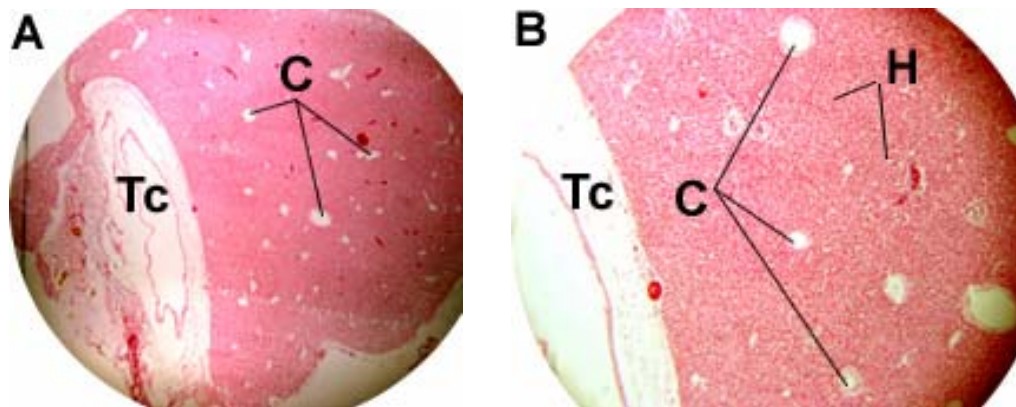
Figura 55. Submucosa 100x. **GR** Gránulos acidófilos, **CL** tejido conjuntivo laxo, **N** núcleo.



## HÍGADO

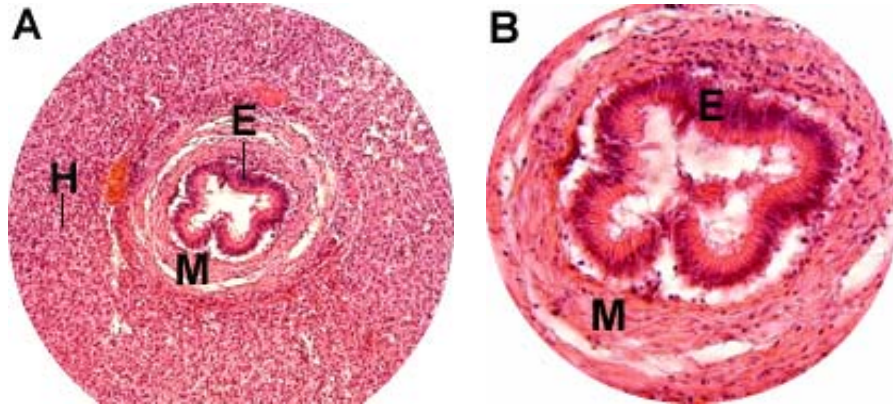
Las características del hígado del lebranche son las mismas descritas anteriormente en el del pargo rayado. Está formado por células denominadas hepatocitos, las cuales tienen varias formas con diversidad en el número de sus lados. Los hepatocitos no forman lobulillos y su disposición es simple (Fig. 56).

Figura 56. Hígado **A.** 5x **B.** 10x **C** capilares, **Tc** tejido conjuntivo, **H** hepatocitos.



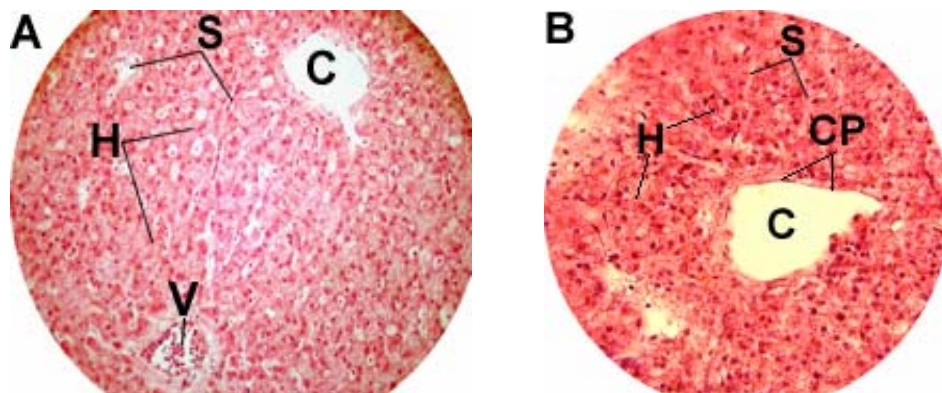
Existen algunos conductos excretores formados por tejido epitelial cilíndrico simple que se encuentra rodeado de una gruesa capa de tejido conjuntivo denso irregular (Fig. 57).

Figura 57. Conducto en el hígado **A.** 40x **B.** 100x. **E** tejido epitelial cilíndrico simple, **M** tejido conjuntivo denso irregular, **H** hepatocitos.



Se observan vasos sanguíneos tales como vénulas y capilares (Fig. 58), presentando diversos tamaños y grosor. Los capilares están formados por epitelio plano simple (túnica íntima), mientras que las vénulas además, se encuentran rodeadas de tejido conjuntivo denso irregular (túnica media). Entre los hepatocitos se alternan los sinusoides, que permiten el transporte lento hacia vénulas hepáticas.

Figura 58. Vasos sanguíneos **A.** 40x **B.** 100x. **C** capilar, **V** vénula, **H** hepatocitos, **CP** células planas, **S** sinusoides.

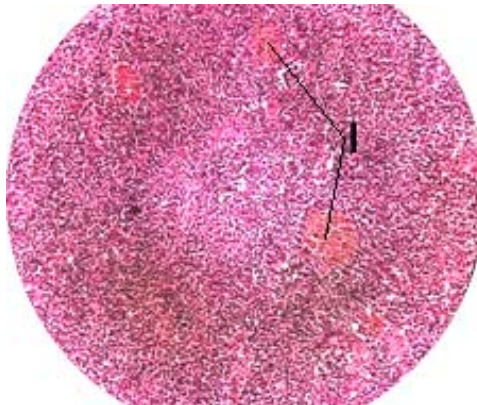


## **PÁNCREAS**

Esta glándula comparte las mismas características descritas anteriormente en el pargo rayado.

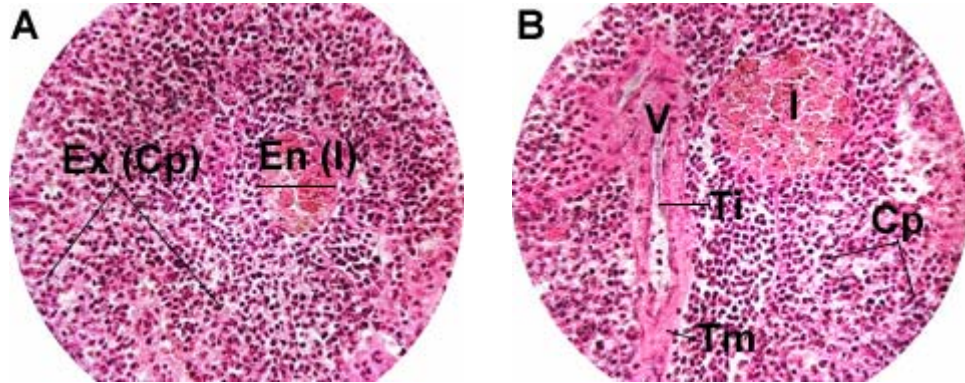
No se distinguen acinos pancreáticos en el máximo aumento del microscopio de luz (100x). Se observa tejido pancreático de origen tanto exocrino (células pancreáticas) como endocrino formado por los islotes de Langerhans (Fig. 59), quienes se separan de las células pancreáticas por una capa delgada de tejido conjuntivo fibrilar (Di Fiori, 1965).

Figura 59. Páncreas de lebranche 5x. I Islote de Langerhans.



Se advierte la presencia de diversos vasos sanguíneos, donde las células planas recubren el vaso, formando así la túnica íntima, encontrándose rodeada de la túnica media, formada por tejido conjuntivo denso irregular (Fig. 60).

Figura 60. Páncreas **A.** 10x. **B.** 40x **Ex** Exocrino (**Cp** células pancreáticas), **En** Endocrino (**I** Islote de Langerhans), **V** vaso sanguíneo (corte longitudinal), **Ti** túnica íntima, **Tm** túnica media, **Cp** células pancreáticas.



### 3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A nivel morfológico claramente se distingue la fisonomía del sistema digestivo de un pez con hábitos carnívoros de otro con hábitos detritívoros (Cuadro 5), cuya principal diferencia radica en la longitud del intestino y la presencia-ausencia de ciegos pilóricos. El pargo rayado presenta un intestino de longitud corta y ciegos pilóricos, mientras que el lebranche tiene un intestino muy largo y ausencia de los mismos, debido a que cuando se consumen alimentos que son de difícil digestión, por lo general se presenta un intestino más largo si se compara con el de peces carnívoros (Vásquez, 2001).

Cuadro 5. Diferencias de órganos a nivel morfológico.

	<b>Cavidad bucal</b>	<b>Esófago</b>	<b>Estómago</b>	<b>Intestino</b>
<b>Pargo</b>	Boca terminal protráctil Dientes viliformes en las mandíbulas Dientes en la lengua y el paladar Dientes faríngeos	Casi imperceptible	En forma de bolsa	Corto
<b>Lebranche</b>	Boca terminal Dientes muy pequeños en las mandíbulas. Dientes faríngeos poco desarrollados	Mediana longitud	Forma de cono	Largo

En la cavidad bucal los dientes muestran la característica de un pez dado su hábito de alimentación: el pargo al ser carnívoro, tiene dientes bien desarrollados y gruesos que se distribuyen en toda la cavidad, mientras que el lebranche tiene dientes poco desarrollados y pequeños.



En ambas especies el esófago es sólo un segmento de tránsito entre la cavidad oral y el estómago, lubricando así el paso del quimo con el moco que segregan las células caliciformes.

Respecto al estómago, a pesar de sus formas distintas, se consideran rectilíneos (según Bertin (1958) en: Reifel y Travill (1978)) debido a la posición del cuerpo respecto al píloro: ambos se encuentran sobre un mismo eje vertical. No existe una diferencia significativa en cuanto al tamaño del estómago entre las especies, puesto que su longitud es relativamente similar (Anexos D y E).

En cuanto al páncreas y al hígado, ambas especies comparten las características morfológicas: su coloración, forma y ubicación. La diferencia en cuanto a su tamaño se relaciona con el tamaño del pez, puesto que el pargo presenta casi la mitad de la longitud respecto a la del lebranche y lo mismo sucede con dichas glándulas.

La longitud del tubo digestivo repercute de manera importante en los aspectos cuantitativos de la digestión y de la absorción del alimento, como es el caso de los peces herbívoros, quienes poseen un intestino largo, que dilata el tiempo disponible para la digestión de los materiales vegetales (Hidalgo y Alliot, 1987). El pargo presenta una LIR entre 0.38 y 0.47 (Cuadro 3), de modo que se acerca al índice 0.5 propuesto para los peces carnívoros (Vásquez, 2001), mientras que la relación intestino-longitud del cuerpo en el lebranche se encuentra entre 3.5 y 4.9 (Cuadro 4), ubicándose en la escala de 2 a 5 correspondiente a peces omnívoros (Cuadro 6), por lo tanto, no coincide esta LIR, porque el lebranche es un pez de hábitos preferiblemente detritívoros, y el índice para éstos se encuentra entre 5 y 6 (Vásquez, 2001). Así mismo, Velasco y Villegas (1985) especifican sus hábitos alimenticios, al afirmar que los mugílidos son consumidores primarios, fuertes competidores entre sí por el alimento y el espacio, su alimentación es preferiblemente detritívora, consumen detritos y materia orgánica no identificable

así como sedimento fino orgánico con hábitos zoófagos.

Cuadro 6. Longitud Intestinal Relativa LIR

<b>HÁBITO ALIMENTARIO</b>	<b>LIR</b> (según Vásquez, 2001)	<b>LIR</b> (según Hopher, 1993)
Carnívoros	0.5	0.5
Herbívoros	2.2	2
Omnívoros	2 a 5	2 a 6
Planctófagos / Detritívoros	5 a 6 (a veces 5 a 7)	5

A nivel de tejido el **esófago** en ambas especies presenta un epitelio de recubrimiento plano estratificado llevando a cabo su papel de protección; se encuentra adaptado a la abrasión moderada reemplazando constantemente las células superficiales que se van gastando, puesto que su pérdida no compromete al tejido conectivo inferior (Wheater, 1980). Dicho epitelio en el lebranche está queratinizado, debido a la formación de una capa superficial no celular compuesta por la proteína queratina (Burkitt *et al.*, 1996), característica propia de los epitelios que se encuentran expuestos a excesiva abrasión o desecación, y dado el tipo de alimento de consistencia arcillosa que consume el lebranche, es necesaria esta capa protectora. Sin embargo, Jerez y Christiansen (1987) reportan un epitelio cilíndrico estratificado con chapa estriada sin queratina en el esófago de *Mugil liza*, puesto que los individuos fueron obtenidos en la laguna Mar Chiquita de Argentina, probablemente las condiciones del hábitat intervengan en estas diferencias.

La presencia de muchas células caliciformes en el esófago de ambas especies, indica la necesidad de una buena lubricación para proveer protección, ya que la función de dichas células es sintetizar y secretar moco (Wheater, 1980).

En el lebranche se observan células granulares de naturaleza acidófila, que agrupan pequeños gránulos eosinófilos, los cuales probablemente cumplan un

papel de defensa, así, Rodríguez (1991) afirma que dichos gránulos no guardan relación estructural con los eosinófilos de la sangre de los mamíferos y aves, y que tal vez sean macrófagos especializados. Cataldi *et al.* (1986) y Reifel y Travill (1977), también reportan estos gránulos en el esófago de algunos peces, sin describir su función.

Algunos receptores gustativos se alojan en el epitelio del esófago del lebranche; de acuerdo a la morfología similar con las papilas gustativas que reportan Reifel y Travill (1977), Grizzle y Rogers (1976) y Cataldi *et al.* (1986) podría tratarse de éstas, pero debido a la falta de pruebas histoquímicas en este estudio, no puede hacerse dicha afirmación. Jerez y Christiansen (1987) enuncian que la presencia de estos corpúsculos es frecuente en los peces que identifican su alimento únicamente por su sabor, mientras que son escasos o ausentes en aquellos que utilizan la visión para guiarse.

Algunos haces longitudinales de la capa muscular de la mucosa se observan en el esófago del lebranche, mientras que en el de pargo no se distingue ninguno, puesto que su longitud es tan corta, así como lo es el movimiento que necesita la mucosa.

En la submucosa del esófago de ambos individuos se presenta tejido conjuntivo laxo, que sirve como soporte de la mucosa. En él se observan fibroblastos, células que componen el tejido para mantener su integridad, ya que continuamente están renovando los componentes de la matriz extracelular (Wheater, 1980). En el pargo además existe tejido conjuntivo denso irregular, donde las fibras de colágeno se hallan en haces gruesos e irregulares de modo que proporcionan mayor resistencia a las presiones (Burkitt *et al.*, 1996), porque a pesar de la flexibilidad concedida por los pliegues longitudinales, las paredes internas del esófago se someten a mayor presión en el momento de ingerir su alimento, debido a los movimientos bruscos que pueden presentarse al luchar y tragar su presa. En el



lebranche se observan, además, capilares y células adiposas blancas, las cuales almacenan energía. Así mismo, Jerez y Christiansen (1987) reportan una zona anterior adiposa en la capa muscular.

En cuanto a la muscular propia, el músculo que la forma es estriado, ya que el movimiento del esófago es voluntario. Igualmente sucede en el esófago de otros peces (Morrison y Wright (1998); Estecondo y Codon (1994); Jerez y Christiansen (1987); Cataldi *et al.*, 1986; Grizzle y Rogers (1976); Reifel y Travill (1977), entre otros).

Tanto en el pargo como en el lebranche se tomaron dos zonas del **estómago**: anterior y posterior, denominadas cuerpo y píloro respectivamente.

El **cuerpo** de ambas especies presenta epitelio cilíndrico simple, el cual está relacionado con la secreción de jugo gástrico -solución acuosa de ácido clorhídrico y pepsina- (Wheater, 1980), utilizado para la fragmentación del alimento y proveniente de las glándulas tubulares gástricas. El pargo presenta glándulas mucosas y serosas tubulares mientras que el lebranche sólo tiene serosas. Probablemente, debido al pH que es inferior a 5.0 en los peces carnívoros (Ramos, 1979) y dada la alta acidez que allí se maneja, se necesita una mayor cantidad de moco protector el cual es producido por las glándulas mucosas; puesto que el lebranche no presenta niveles tan bajos en el pH del estómago, es suficiente la producción del moco suministrado por las células caliciformes que se encuentran en el epitelio. Sin embargo, Jerez y Christiansen (1987) reportan la presencia de glándulas tubulosas de secreción mucoserosa en *Mugil liza*, además de dos estratos: uno profundo secretante (criptas con elementos zimogénicos) y otro superficial (espesamiento de la secreción), que no se observaron en este estudio. Grizzle y Rogers (1976), también reportan células caliciformes en la parte anterior del estómago del bagre de canal, un pez omnívoro.

La submucosa formada por tejido conectivo laxo, alberga muchos vasos sanguíneos, tanto en el pargo como en el lebranche. En este último, se presentan capilares y vénulas, además de observarse células adiposas y gránulos acidófilos. El tejido conectivo denso irregular sólo está presente en el pargo, puesto que se hace necesaria una mayor resistencia a las presiones (Burkitt *et al.*, 1996), causada, por ejemplo, por la cantidad de alimento que puede albergar el pargo en su estómago y que, por lo tanto, presionaría las paredes desde la luz.

A nivel de la muscular propia, la diferencia radica en el grosor de esta capa, ya que en el lebranche es muy ancha respecto al pargo. Este grosor se debe a la función del estómago de triturar los alimentos, como si fuera una “molleja” para lo cual necesita paredes muy gruesas y muscularizadas (Ramos, 1979). Además, esta modificación le permite vivir y alimentarse en medios turbios, característica apta para cultivos acuícolas costeros (Valverde *et al.*, 1999). Ambas especies presentan dos capas de músculo estriado, mientras que en otros peces se observa un cambio gradual de músculo estriado a músculo liso (Morrison y Wright (1998); Cataldi *et al.*, 1986; Reifel y Travill (1977)), y en otros sólo se observa músculo liso (Estecondo y Codon (1994) y, Grizzle y Rogers (1976)).

En ambas especies, en la región **pilórica** el epitelio sigue conservando su estructura para la secreción (cilíndrico simple) y las glándulas permanecen, contrario a los resultados reportados por otros autores, quienes afirman que el número de glándulas disminuye en la zona posterior del estómago hasta su ausencia total (Morrison y Wright. (1998); Estecondo y Codon (1994), Anderson, 1986; Cataldi *et al.*, 1986; Reifel y Travill (1977), Grizzle y Rogers (1976)). En el pargo, no se observan más diferencias entre las dos zonas del estómago. Por otro lado, en el lebranche, las células caliciformes ahora están ausentes por completo, y se presentan gránulos acidófilos dispersos, los cuales no se reportan en esta zona por los autores consultados. Jerez y Christiansen (1987) observaron que el epitelio se invagina en fosas gástricas constituyendo formaciones tubulares

serpiginosas, cuyas células pueden ser las mismas serosas; su forma y disposición es muy similar a la del presente trabajo.

La submucosa en el pargo sigue presentando tejido conjuntivo laxo y denso irregular, mientras que en el lebranche, ahora sólo se observa tejido denso irregular; capilares y gránulos acidófilos.

La capa muscular propia está formada por dos capas de músculo liso -principal diferencia con el cuerpo- la cual es muy ancha en el lebranche, puesto que los movimientos requeridos para triturar los alimentos necesitan de una buena cantidad de fibras musculares. Así mismo, Reifel y Travill (1977), Grizzle y Rogers. (1976) y, Estecondo y Codon (1997), reportan un ensanchamiento de esta capa en la parte posterior del estómago de otros peces.

En la **unión** del estómago con el intestino, se observaron cinco ciegos pilóricos en el pargo, cuya estructura a nivel de tejido es similar a la del intestino, puesto que los peces que se nutren de piezas voluminosas tienen más ciegos que aquellos que consumen presas más pequeñas (García y Sanz, 1987). En el lebranche no se observaron ciegos, excepto uno en el individuo número nueve, sin embargo, Jerez y Christiansen (1987) reportan la presencia de dos ciegos pilóricos y coinciden con las semejanzas respecto al intestino. Cataldi *et al.* (1986) también observó ciegos pilóricos en *Sparus aurata* que también es de hábitos carnívoros; por otro lado Anderson (1986) estudió un pez herbívoro que también presenta ciegos pilóricos. Los ciegos presentan varios surcos y pliegues que permiten una mejor absorción y secreción; pueden servir de depósito de alimento, digestión de carbohidratos (donde interviene la acción de bacterias), lípidos, iones y agua (Vásquez, 2001).

Respecto al **intestino**, una de las principales diferencias a nivel histológico radica en la presencia de chapa estriada en el lebranche a lo largo del órgano. El epitelio

es cilíndrico estratificado, y es en el intestino donde se llevan a cabo los procesos de absorción, aunque Burkitt *et al.* (1996) sugieren que los epitelios estratificados son principalmente de protección y no cumplen un buen papel de permeabilidad. El lebranche presenta un gran número de vellosidades que ocupan la mayor parte del intestino, mientras que en el pargo sólo se observan proyecciones simples del tejido conjuntivo laxo. Las vellosidades están cubiertas de microvellosidades: proyecciones digitiformes de la membrana plasmática apical que permiten aumentar el área de superficie hasta 30 veces (Burkitt *et al.*, 1996), de este modo, se logra aumentar la eficiencia en los procesos de absorción intestinal. Su tamaño es tan pequeño que una sola no puede observarse al microscopio de luz, pero agrupadamente pueden verse como una chapa estriada o “cepillo”, dado el alto número que pueden llegar a tener en una sola célula (3000) (Wheater *et al.*, 1980). Estos resultados coinciden con los reportados por Jerez y Christiansen (1987) para *Mugil liza*, confirmando así la función de naturaleza absorbente de la superficie intestinal. Al parecer todos los peces presentan dos regiones intestinales: la primera relacionada con la absorción de lípidos y la segunda parece que capta macromoléculas por pinocitosis (Duarte y García, 1987). El intestino posterior tiene dos funciones muy importantes: recuperar el agua del residuo líquido presente en el contenido del intestino anterior, y empujar las heces cada vez más sólidas para su expulsión (Burkitt *et al.*, 1996). Para llevar a cabo estas tareas, posee un alto número de células caliciformes que hacen las veces de lubricante, porque están relacionadas con la secreción de moco, cuya función es proteger las paredes del intestino de la irritación causada por el ácido y la pepsina, y lubricar el paso del quimo (Wheater *et al.* 1980). Mientras que la superficie luminal está cubierta por las células cilíndricas absorbentes (Wheater *et al.*, 1980).

En la submucosa del lebranche se observa un aumento del número de gránulos acidófilos hacia el intestino medio, mientras que en el pargo están ausentes. Las otras características de la submucosa no presentan ninguna particularidad.

En cuanto a la muscular propia, en el pargo es claro un angostamiento de las paredes a medida que se acerca a la zona posterior, de modo que el intestino anterior presenta paredes delgadas y una luz ancha, permitiendo la entrada del quimo y el comienzo de los procesos de absorción; hacia el intestino medio la capa muscular se encuentra más gruesa y ha disminuido el tamaño de la luz por la cantidad de pliegues formados por tejido conjuntivo denso irregular (perteneciente a la submucosa). El intestino posterior presenta la muscular de la mucosa muy gruesa, lo que le permite realizar una importante actividad peristáltica (Burkitt *et al.*, 1996) en el momento de empujar las heces y expulsarlas. Mientras que en el lebranche, las características de grosor permanecen en todo el intestino, ni siquiera al final de éste se presenta un engrosamiento muscular antes de desembocar en el ano.

El **hígado** es muy similar en ambas especies en su composición celular. Es una glándula muy sencilla, puesto que no presenta lobulillos y la disposición de venas y arterias para la circulación de la sangre no es tan compleja. La mayoría de los vasos sanguíneos que se observaron fueron capilares y algunas vénulas, pero vasos de mayor calibre como venas, no se presentaron. Los capilares sinusoides cumplen un papel de gran importancia en el transporte de la sangre desde los hepatocitos hasta los vasos sanguíneos más importantes. Sin embargo, en el hígado del pargo, se presentan muchos conductos distribuidos ampliamente en la glándula, mientras que en el lebranche sólo se observan unos pocos de composición diferente. Cataldi *et al.* (1987) observaron que el canal hepático entra a la primera parte del intestino y luego fluye paralelo a pequeños canales pancreáticos, por esto hay una cierta tendencia a la alcalinidad en el intestino de los peces, resultado de la mezcla del contenido gástrico con las secreciones del hígado y el intestino (Ramos, 1979). Los individuos de la laguna Mar Chiquita, estudiados por Jerez y Christiansen (1987), presentan conjuntos de células hepáticas muertas y atribuyen esta condición a la presencia de contaminantes en el lugar donde se efectuaron las capturas. En los individuos de lebranche

trabajados en este estudio, no se observaron células en necrosis, todos eran individuos sanos, aunque algunos presentaron parásitos en el intestino y el hígado: pequeños gusanos blancos y delgados (Nemátodos del género *Contracaecum sp*), que se encuentran en el bentos como larvas y se desarrollan en el interior del pez adulto sin afectar los tejidos, y sin causar enfermedades.

El **páncreas** es una glándula sencilla: no se observan lóbulos ni septos, y los conductos no son visibles. Contrario a los registros de otros autores (Cataldi *et al.*, 1987; Jerez y Christiansen (1987); Grizzle y Rogers (1976)), quienes afirman que el páncreas es difuso y se halla como masas dispersas cercanas al intestino, vesícula biliar y hasta se infiltran en el hígado, en ambas especies se encontró una glándula compacta e individualizada. En ésta se observa tejido pancreático de origen exocrino y endocrino. En las primeras placas correspondientes a la zona anterior del páncreas (se identifica por el extremo más angosto), no aparecen islotes, mientras que a medida que los cortes avanzan hacia la zona posterior, su número va aumentando. Esta observación concuerda con Di Fiori (1965), quien afirma que los islotes de Langerhans son más numerosos hacia la región caudal que en el cuerpo y la cabeza del órgano. La mayoría de vasos sanguíneos presentes en esta glándula corresponde a vénulas.

En los siguientes cuadros (Cuadro 7 y 8) se muestra un paralelo de las principales características histológicas entre las especies estudiadas, partiendo de la formación general de las capas, tales como mucosa, submucosa y muscular propia. La muscular de la mucosa no se tuvo en cuenta, debido a su mínima aparición y únicamente en el esófago del lebranche.

Cuadro 7. Principales diferencias histológicas del pargo

<b>PARGO</b>				
	<b>Mucosa</b>		<b>Submucosa</b>	<b>Muscular propia</b>
	Epitelio	Lámina propia	Conjuntivo	
<b>Esófago</b>	Plano estratificado  Muchas células caliciformes blancas y rojas	Visible	Laxo y denso irregular	Estriado longitudinal y transversal
<b>Estómago Anterior</b>	Cilíndrico simple  Glándulas mucosas y serosas	No visible	Laxo y denso irregular	Estriado longitudinal y transversal
<b>Estómago posterior</b>	Cilíndrico simple  Glándulas tubulares mucosas y serosas	No visible	Laxo y denso irregular	Liso transversal y longitudinal
<b>Intestino anterior</b>	Cilíndrico estratificado  Células caliciformes  Luz amplia	No visible	Laxo, denso irregular y laxo	Liso transversal y longitudinal
<b>Intestino medio</b>	Cilíndrico estratificado  Muchas células caliciformes  Se reduce la luz	No visible	Laxo, denso irregular forma muchos pliegues y laxo.	Liso transversal y longitudinal
<b>Intestino posterior</b>	Cilíndrico estratificado  Muchísimas células caliciformes  Luz muy estrecha	Visible	Laxo, denso irregular	Muy gruesa  Liso transversal y longitudinal

Cuadro 8. Principales diferencias histológicas del lebranche

LEBRANCHE					
	Mucosa		Submucosa		Muscular propia
	Epitelio	Lámina propia	Conjuntivo	Otros	
<b>Esófago</b>	Queratina Plano estratificado Muchas células caliciformes blancas Gránulos acidófilos Receptores gustativos	Poco visible	Laxo	Células adiposas	Estriado longitudinal y transversal
<b>Estómago Anterior</b>	Cilíndrico simple Algunas células caliciformes blancas Glándulas serosas	Visible en células glandulares	Laxo y denso irregular	Gránulos acidófilos Células adiposas	Muy ancha Estriado longitudinal y transversal
<b>Estómago Posterior</b>	Cilíndrico simple Glándulas serosas Gránulos acidófilos	Visible en células glandulares	Denso irregular	Gránulos acidófilos	Gruesa Liso longitudinal y transversal
<b>Intestino anterior</b>	Cilíndrico estratificado Muchas células caliciformes Chapa estriada	Visible	Poco desarrollada Denso irregular y laxo: forma prolongaciones a la luz	Gránulos acidófilos Tejido adiposo	Muy delgada Liso longitudinal y transversal
<b>Intestino medio y posterior</b>	=	=	=	Muchos gránulos acidófilos	=



#### **4. CONCLUSIONES**

- El esófago cumple un papel exclusivo como canal transportador de los alimentos, ayudado por la segregación de moco protector y el movimiento muscular, pues debido a la ausencia de glándulas secretoras de enzimas, no interviene en la degradación de los alimentos.
- En ambas especies, el esófago se encuentra sometido a un desgaste constante, motivo por el cual la mucosa es estratificada, sin embargo, el lebranche se somete a condiciones de mayor abrasión, de ahí que se encuentre queratinizado.
- La presencia de tejido conjuntivo denso irregular en el esófago del pargo, indica que sus paredes se encuentran sometidas a una mayor presión, causada por el tamaño y naturaleza de sus presas.
- El movimiento muscular es voluntario hasta la primera zona del estómago en ambos peces, puesto que en estas partes es el animal quien decide cuándo y cómo se realizan movimientos en el momento de engullir su alimento.
- En ambas especies no existe una clara diferenciación a nivel histológico entre las dos partes del estómago estudiadas, puesto que comparten características en cuanto al tipo de epitelio y presencia de glándulas, rasgo que generalmente marca la diferencia entre la región del cuerpo y la pilórica en otros peces.
- La principal diferencia entre el estómago anterior y el posterior, es la clase de músculo que presentan sus paredes. De músculo estriado se cambia a músculo

- liso, en ambos casos, de modo que el pez ya no tiene voluntad de movimiento sobre esta zona.
- Tanto el lebranche como el pargo presentan glándulas serosas dispuestas tubularmente, que vacían su contenido a la luz por medio de las foveólas gástricas, las cuales son poco profundas si se comparan con las de otros peces.
- El estómago del lebranche satisface sus necesidades protectoras de los ácidos, únicamente con el moco secretado por las células caliciformes, por lo que puede afirmarse que la función trituradora es más determinante en la digestión de las partículas que consume, respecto a una fuerte acción de los ácidos sobre las mismas.
- La función trituradora del estómago del lebranche se encuentra respaldada por el grosor de sus paredes, el cual es muy ancho respecto al del pargo y aumenta en la zona posterior.
- La presencia de tejido adiposo tanto en el esófago como en el estómago del lebranche, indica una reserva de energía no observada en el pargo.
- El pargo aumenta la eficiencia en los procesos de absorción mediante la presencia de ciegos pilóricos, ubicados en el punto de unión del estómago con el intestino; aunque su número es reducido si se compara con otros peces, hay mayor cantidad y número constante respecto al lebranche, que carece de ciegos pilóricos.
- Dada la longitud del intestino en el lebranche, se evidencia la importancia del papel que éste desempeña en los procesos de la digestión, contrario a la corta

longitud de éste en el pargo, donde es el estómago quien cumple un papel de mayor importancia.

- El intestino del lebranche presenta características externas homogéneas a lo largo del tubo, mientras que en el pargo se observan diferentes zonas, característica dada por la musculatura de sus paredes, las cuales presentan un engrosamiento a medida que se dirige a la zona posterior hasta desembocar en el ano.
- La función del intestino en el lebranche es exclusivamente absorptiva, dada la presencia de chapa estriada y el alto desarrollo de sus vellosidades a lo largo de todo el tubo digestivo.
- El epitelio del intestino del lebranche se encuentra sometido a desgaste por la presencia y movimiento del material arcilloso de donde se extraen los nutrientes, motivo por el cual el epitelio es estratificado y presenta gran cantidad de células caliciformes; por otro lado, el pargo somete este epitelio al desgaste causado por la acidez del quimo proveniente del estómago y por el endurecimiento de éste a medida que avanza, además por la reducción en la luz causada por el aumento progresivo de los pliegues y por el engrosamiento de las paredes.
- Las glándulas anexas: hígado y páncreas, a pesar de tener una constitución morfológica sencilla respecto a la de otros animales como los mamíferos, puesto que la irrigación sanguínea a través del órgano es más simple y su sistema no es tan complejo, cumple un papel muy importante da la estructura individualizada de cada uno, indicando un grado de desarrollo mayor respecto a los peces que presentan hepatopáncreas, motivo por el cual, la secreción de enzimas al intestino aumenta la eficiencia de los procesos digestivos, especialmente en el pargo.

## **5. RECOMENDACIONES**

- La preparación del fijador paraformaldehído debe realizarse bajo estrictas normas de seguridad y siguiendo paso a paso el método adecuado para evitar inconvenientes en el momento de fijar las muestras.
- Antes de iniciar cualquier procedimiento debe asegurarse de tener a mano la totalidad de los implementos necesarios para tal fin y en lo posible, trabajar con otra persona que pueda apoyar y colaborar en el procedimiento de laboratorio.
- Tomar más fotos de las necesarias o de las planeadas inicialmente, puesto que en algún momento pueden llegar a necesitarse.
- Implementar variaciones en la técnica para trabajar histología de la lengua, dadas las dificultades que se presentan en su manejo.
- Complementar estudios histológicos con técnicas histoquímicas para confirmar la presencia de botones gustativos en el esófago del lebranche.
- Realizar estudios histoquímicos sobre las células que contienen gránulos acidófilos presentes en el sistema digestivo de peces, debido a la escasa información que se tiene acerca de su función, la cual probablemente sea de gran importancia en los mecanismos de defensa.
- Completar los resultados reportados en este trabajo con estudios donde se empleen técnicas que permitan profundizar sobre los procesos químicos que se llevan a cabo en el sistema digestivo de peces comercialmente importantes.

## BIBLIOGRAFÍA

- ✓ ACUCA, V. D.; GODÍNEZ, M. A.; VAZQUEZ, S. M. y APAEZ, D. D. Histología descriptiva del tubo digestivo de *Goodea atripinnis* (Pisces: Goodeidae). Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México. En: [www.desertfishes.org/proceed/1992/24abs67.html](http://www.desertfishes.org/proceed/1992/24abs67.html) Fecha de consulta: Enero 10 2006.
  
- ✓ AIMALE, M. A, y GATTI, C, J. Introducción a las técnicas histológicas. Universidad Nacional del sur. Argentina: 2003. En: [www.anatomohistologia.uns.edu.ar/plantilla.asp?zona=modtecni](http://www.anatomohistologia.uns.edu.ar/plantilla.asp?zona=modtecni) Fecha de consulta: Enero 10 2006
  
- ✓ ANDERSON, T. Histological and cytological structure of the gastrointestinal tract of the luderick, *Girella tricuspidata* (Pisces, Kyphosidae), in relation to diet. En: Journal of morphology Vol.190, No.1 (1986); p.109-119
  
- ✓ ARÉVALO GARZÓN, J. C. Caracterización trófica y reproductiva de las poblaciones de *Lutjanus analis* y *Lutjanus synagris* en el Parque Nacional Natural Tayrona. Santa Marta, 1996, 65p. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina. Área de recursos naturales.
  
- ✓ ARÉVALO, J; MANJARRÉS, L y RODRÍGUEZ, J. Aspectos biológico-pesqueros de los pargos rayado (*Lutjanus synagris*) y ceibal (*Lutjanus analis*) En: Boletín Científico INPA. No. 6 (1999)

- ✓ BURKITT, H., YOUNG, B. y HEATH, J. Histología Funcional Wheater. España: Ed. Churchill Livingstone. Edición española, 1996
  
- ✓ CATALDI, E., CATAUDELLA, S., MONACO, G., ROSSI, A and TANCIONI, L. A study of the histology and morphology of the digestive tract of the sea-bream, *Sparus aurata*. En: Journal Fish Biology. Vol. 30, (1987); p. 135-145
  
- ✓ CERVIGÓN, F. Los peces marinos de Venezuela. Venezuela: Fundación Científica Los Roques, 1991; Vol. 1
  
- ✓ \_\_\_\_\_ Los peces marinos de Venezuela. Venezuela: Fundación Científica Los Roques, 2ª edición, 1993; Vol. 2
  
- ✓ CUENCA, E y GARCÍA, M. Ingesta y conducta alimentaria En: ESPINOSA DE LOS MONTEROS, J y LABARTA, U. Nutrición en Acuicultura. España. Vol.1 (1987); p.1-65
  
- ✓ DE BUEN, F. Las familias de peces de importancia económica. Chile: Ed. Nascimento, 1952
  
- ✓ DI FIORI, M. Diagnóstico histológico. Tomo I. Argentina: Editorial "El Ateneo", 5ed, 1965
  
- ✓ DUARTE, L y GARCÍA, C. Diet of the lane snapper *Lutjanus synagris* (Lutjanidae) in the Gulf of Salamanca, Colombia. En: Caribbean Journal Science. University of Puerto Rico, Mayaguez. Vol. 35, No. 1-2 (1999); p.54-63
  
- ✓ ESTECONDO, S y CODON, S. Morfología e histología del tracto digestivo de las rayas *Sympterygia acuta* y *S. bonapartei* (Chondrichthyes, Rajidae). En: Physis, Buenos Aires. Sección A, Vol. 49, p.19-26

- ✓ GARCÍA, M. y SANZ, A. Absorción intestinal en peces En: ESPINOSA DE LOS MONTEROS, J y LABARTA, U. Nutrición en Acuicultura. España: Vol. 1 (1987); p.123-129
  
- ✓ GONZALES, M; GUTIERREZ, M; SEGNER, H y SARASQUETE, C. Histología, histoquímica y alteraciones patológicas en el desarrollo larvario de dorada (*Sparus aurata*) y lenguado (*Solea senegalensis*). En: MUÑOZ, J; GONZALES, M; MANCERA, J; PIÑUELA, C y SARASQUETE, C. (Eds). Estado actual y perspectivas en acuicultura: histofisiología, histopatología y biotoxicología. Universidad de Cádiz: 1997. p.175-223
  
- ✓ GRIZZLE, J. M. Y ROGERS, W. A. Anatomy and histology of the channel Catfish. Auburn University. Alabama: 1976. 94p.
  
- ✓ HEPHER, B. Nutrición de peces comerciales en estanques. México D.F: Ed. Limusa, S.A. de C.V.,1993.
  
- ✓ HIDALGO, F y ALLIOT, E. La digestión en los peces En: ESPINOSA DE LOS MONTEROS, J y LABARTA, U. Nutrición en Acuicultura. España: Vol. 1 (1987); p. 85-122.
  
- ✓ JEREZ, B y CHRISTIANSEN, H. Estudio anatómico e histológico del sistema digestivo de la lisa (*Mugil liza*) de la laguna Mar Chiquita, y breve comentario sobre su alimentación. En: Publicaciones de la comisión técnica mixta del frente marítimo. Vol. 3 (1987); p. 79-91.
  
- ✓ KAPOOR, B.G., SMIT, H and VERIGHINA, I.A. The alimentary canal and digestion in teleosts. En: Adv. Mar. Biol., Vol. 13 (1975) p. 109-239

- ✓ MORRISON, C and WRIGHT, J. A study of the histology of the digestive tract of the Nile Tilapia. En: Journal of fish biology. Vol. 54 (1999); p. 597-606
  
- ✓ OSORIO, D. Ecología trófica de *Mugil curema* VALENCIENNES, 1836 *Mugil incilis* HANCOCK, 1830 y *Mugil liza* VALENCIENNES, 1836 (PISCES: MUGILIDAE) en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Caribe Colombiano. Santa Marta, 1985, 65p. Trabajo de grado (Biólogo). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias.
  
- ✓ OSPINA ARANGO, J. F. y PARDO RODRÍGUEZ, F. I. Evaluación del estado de madurez gonadal y los hábitos alimenticios de la ictiofauna presente en la Bahía de Cartagena. Cartagena, 1993, 147p. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina. Área de recursos naturales.
  
- ✓ PANIAGUA, R.; MARTIN, M.; SESMA, M.; ALVAREZ-URIA, M.; ALVAREZ, R.; LÁIZ, B.; SÁENZ, F. y DE MIGUEL, M. Citología e Histología Vegetal y Animal. Madrid. Mc. Graw Hill Interamericana de España S.A. 2ª edición, 1997
  
- ✓ PEREYRA, L. A.; DOMITROVIC, H. A.; ROUX, J y SAMPIETRO, J. C. Microscopía electrónica de barrido (MEB) del aparato digestivo del pacú (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) (Pisces, Serrasalminidae). Universidad Nacional Del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas Argentina: 2000. En: [www.unne.edu.ar/cyt/2000/4\\_veterinarias/v\\_pdf/v\\_048.pdf](http://www.unne.edu.ar/cyt/2000/4_veterinarias/v_pdf/v_048.pdf) Fecha de consulta. Enero 10 2006
  
- ✓ PEREYRA, L. A.; DOMITROVIC, H. A. y SAMPIETRO, J. C. Microscopía Electrónica de Barrido del Tubo Digestivo del Surubí (*Pseudoplatystoma coruscans* y *P. fasciium*) (Pisces, Siluriformes). Instituto de Ictiología del Nordeste. Argentina. En: [www.unne.edu.ar/cyt/veterinarias/v-010.pdf](http://www.unne.edu.ar/cyt/veterinarias/v-010.pdf) Fecha de consulta: Enero 10 2006.



- ✓ RAMOS, A. Fundamentos de la piscicultura agrícola. Manizales: Comité de cafeteros de Risaralda, 1979. 73p
  
- ✓ REIFEL, C and TRAVILL, A. Structure and carbohydrate histochemistry of the esophagus in ten teleostean especies. En: Journal of Morphology Vol. 152, (1977); p.303-314
  
- ✓ \_\_\_\_\_ Structure and carbohydrate histochemistry of the stomach in eight species of teleosts. En: Journal of Morphology Vol. 158, (1978); p.155-168
  
- ✓ RODRÍGUEZ, A. Hematología de la trucha arco iris: Valores normales, morfología celular y sanguínea hematopoyética con microscopio de luz y electrónico. Bogotá, 1991. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina. Área de recursos naturales. 138 p.
  
- ✓ RODRÍGUEZ, H; POLO, G y SALAZAR, G (Eds). Fundamentos de acuicultura continental. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Colombia: 1990. 3p.
  
- ✓ RODRÍGUEZ, J., GONZÁLES, E., HERNÁNDEZ, N., CAPÓ, V. y GARCÍA, I. Comparación morfológica e histológica del tubo digestivo de *Gambusia puncticulata* y *Girardinus metallicus*, peces utilizados en el control biológico de mosquitos En: Revista Cubana Med Trop. Vol. 56 No. 1 (2004); p.73-76
  
- ✓ VÁSQUEZ, W. Nutrición y alimentación de peces En: Fundamentos de acuicultura continental. Bogotá: INPA 2ª edición, 2001

- ✓ VALVERDE, J; SÁNCHEZ, E; HUNG, M; CASQUETE, J; GAMBOA, H; ORTIZ, G; y FRANKY, J. (Eds). Guías ilustradas para la captura del dorado, calamar, medianos pelágicos y anguila: Adecuación de lagunas costeras para el cultivo de especies nativas. En: Revista de Divulgación Científica y Técnica. Colombia, 1999. p. 69-78.
  
- ✓ VELASCO, A. y VILLEGAS, P. Z. Aportes al conocimiento de la historia de vida de *Mugil incilis* y *Mugil curema* en la Ciénaga de Tesca. Cartagena, 1985, 55p. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina. Área de recursos naturales.
  
- ✓ WHEATER, P.R., BURKITT, H.G. y DANIELS, V.G. Histología funcional. Barcelona: Editorial Jims, 1980

## ANEXO A: UBICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS PECES

*Lutjanus synagris*



PHYLUM	Chordata
SUBPHYLUM	Vertebrata
SUPERCLASE	Gnathostomata
CLASE	Teleostomi
ORDEN	Perciformes
SUBORDEN	Percoidei
SUPERFAMILIA	Lutjanoidea
FAMILIA	Lutjanidae
GENERO	Lutjanus
ESPECIE	<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus)

Tomado de De Buen (1952) y Cervigón (1993).

### CLAVE TAXONÓMICA:

Aleta dorsal con 10 espinas y generalmente 12 radios blandos. Mancha negra más o menos redondeada u ovalada, por debajo y a nivel de los primeros radios de la dorsal blanda, la cual es permanente durante toda la vida del pez.

Mancha negra de los flancos tangente a la línea lateral o extendida por debajo de ésta sólo en una proporción inferior a  $\frac{1}{4}$  de su diámetro.

Primer arco branquial con 6 ó 7+13 ó 14 branquispinas incluyendo rudimentos. Con franjas amarillas longitudinales.

*Mugil liza*



PHYLUM	Chordata
SUBPHYLUM	Vertebrata
SUPERCLASE	Gnathostomata
CLASE	Teleostomi
ORDEN	Perciformes
FAMILIA	Mugilidae
GENERO	Mugil
ESPECIE	<i>Mugil liza</i> (VALENCIENNES)

Tomado de De Buen (1952) y Cervigón (1993).

CLAVE TAXONÓMICA:

Aleta anal: 8 radios blandos

Menos de 36 hileras verticales de escamas a lo largo de la línea media del cuerpo desde el borde opercular hasta la base de la caudal.

Aleta pectoral: con 16 a 18 radios (en este caso 17).

La altura del cuerpo a nivel de origen de la dorsal representa menos del 23% de la longitud estándar.

Segunda aleta dorsal y anal solamente cubiertas de escamas en su parte anterior y basal o prácticamente sin escamas.

## ANEXO B: SISTEMA DIGESTIVO EN PECES

La morfología del tracto digestivo de los peces es muy variable lo cual permite conocer la diversidad de hábitos alimentarios y modos de vida de dichos individuos (Hidalgo y Alliot, 1987). La **boca** puede o no tener dientes, según los hábitos alimenticios del pez y éstos pueden ubicarse también en el paladar, vómer y faringe (Ramos, 1979). En las paredes de la cavidad oral hay muchas células mucosas de modo que su número está relacionado con los hábitos alimenticios del pez; estas células mucosas parece que se han originado a partir de células epiteliales ordinarias (Hepher, 1993). La **lengua** sólo sirve para degustar los alimentos y es inmóvil. Debido a la ausencia de glándulas salivales, el alimento es lubricado por el mucus bucal e intestinal. La **faringe** está perforada internamente por las aberturas branquiales (Ramos, 1979). El **estómago** en los carnívoros tiende a ser alargado mientras que en los omnívoros tiene forma saculada. El estómago de peces predadores segrega ácido clorhídrico y pepsina y el pH es siempre inferior a 5.0 y desemboca en el intestino a través de una válvula pilórica. A veces están presentes los ciegos pilóricos, estructuras vermiformes que pueden ser abundantes o escasas (Ramos, 1979). Existen especies que no poseen estómago de modo que es lógico esperar importantes diferencias a nivel de funcionamiento entre un aparato digestivo provisto de estómago y uno que carezca de él (Hidalgo y Alliot, 1987). Los peces omnívoros y filtradores de barro sólo necesitan un estómago pequeño, ya que la función digestiva se realiza en el intestino (Rodríguez *et al*, 1990). La longitud del **intestino** varía de acuerdo a la alimentación del pez: puede ser corto, como en los carnívoros o muy largo como en los limnófagos, los cuales aprovechan detritus y organismos presentes en el limo del fondo; los peces omnívoros tienen el intestino de longitud media.

### ANEXO C: FORMATO DE DATOS

<b>ESPECIE</b>			
PEZ N°	_____		
FECHA	_____		
LONGITUD TOTAL	_____	LONGITUD ESTANDARD	_____
PESO	_____	ANCHO	_____
<b>No. ESPINAS</b>			
A. DORSAL	_____	A. PECTORAL	_____
		A. ANAL	_____
<b>No. RADIOS</b>			
A. DORSAL	_____	A. PECTORAL	_____
		A. ANAL	_____
PARTES INTERNAS	LARGO	ANCHO	PESO
LENGUA			
ESÓFAGO			
ESTÓMAGO			
INTESTINO			
HÍGADO			
PÁNCREAS			
No. CIEGOS PILORICOS			

**ANEXO D: TABLA DE DATOS *Lutjanus synagris***

<b>Pez</b>	<b>Long total</b>	<b>Long stand</b>	<b>Peso total</b>	<b>Ancho</b>	<b>Espina a. dorsal</b>	<b>Espina a. anal</b>	<b>Radios a. dorsal</b>
1	24.8	23.3	202.66	6.7	9	3	14
2	23.5	22.5	182.06	6.2	10	3	14
3	25	24.2	202.56	6.6	10	3	14
4	23.3	22.1	182.45	6.2	9	3	14
5	24.2	22.7	187.16	6.7	8	2	14
6	23.5	22.5	200.25	6.9	9	3	14
<b>Pez</b>	<b>Radios a. pectoral</b>	<b>Radios a. anal</b>	<b>Long lengua</b>	<b>Long esófago</b>	<b>Long estómago</b>	<b>Long intestino</b>	<b>Long hígado</b>
1	13	9	1.8		3.5	8.9	3.5
2	13	9	1.5		1.7	9.9	3.6
3	13	9	1.6	0.4	2.4	10.2	3.6
4	13	9	1.7		2.2	9.8	3.5
5	13	9	1.5		2.6	9.6	3.5
6	13	9	1.6		3	10.6	3.7
<b>Pez</b>	<b>Long páncreas</b>	<b>Ancho lengua</b>	<b>Ancho esófago</b>	<b>Ancho estómago</b>	<b>Ancho intestino</b>	<b>Ancho hig1</b>	<b>Ancho hig2</b>
1	1.9	0.9		1.5	0.3	1.9	2
2	2.1	0.9		1.3	0.4	1.7	2
3	1.9	0.5	1	1.2	0.3	2	2.3
4	2	0.8	0.9	1	0.3	1.7	1.8
5	1.4	0.9		1.7	0.3	1.4	1.4
6	2.1	0.9		0.9	0.3	1.9	2
<b>Pez</b>	<b>Ancho hig3</b>	<b>Ancho páncreas</b>	<b>Peso lengua</b>	<b>Peso esófago</b>	<b>Peso estómago</b>	<b>Peso intestino</b>	<b>Peso hígado</b>
1	3.5	0.4	0.8		2.0	1.7	1.6
2	3.9	0.4	0.6		1.0	1.5	1.6
3	4.4	0.3	0.5	0.38	2.1	1.5	1.9
4	4	0.3	0.7	0.32	1.3	1.9	1.4
5	3.5	0.4	0.6		2.5	1.4	1.5
6	4	0.3	0.6		2.7	1.6	1.7
<b>Pez</b>	<b>Peso páncreas</b>	<b>Ciegos</b>					
1	0.2	5					
2	0.2	5					
3	0.2	5					
4	0.2	5					
5	0.1	5					
6	0.1	5					

Longitudes y anchos en cm.; pesos en gr.; espinas y radios en unidades.

**ANEXO E: TABLA DE DATOS *Mugil liza***

<b>Pez</b>	<b>Long total</b>	<b>Long stand</b>	<b>Peso total</b>	<b>Ancho</b>	<b>Espina a. dorsal</b>	<b>Espina a. anal</b>	<b>Radios a. dorsal</b>
7	40.00	37.00	597.01	7.07	4-0	2	0-9
8	42.20	39.00	790.22	8.50	4-0	2	0-9
9	43.10	39.10	684.13	7.73	4-0	2	0-9
10	39.50	36.50	580.75	7.33	4-0	2	0-9
11	42.60	39.40	643.09	7.87	4-0	1	0-9
12	46.50	41.50	769.58	6.40	4-0	1	0-8
<b>Pez</b>	<b>Radios a. pectoral</b>	<b>Radios a. anal</b>	<b>Long lengua</b>	<b>Long esófago</b>	<b>Long estómago</b>	<b>Long intestino</b>	<b>Long hígado</b>
7	14	8	2.00	4.75	3.74	181.30	4.60
8	15	8	2.50	4.37	4.30	188.00	10.12
9	15	8	2.89	5.00	3.91	139.00	6.95
10	15	8	2.74	3.82	4.12	129.00	6.56
11	15	8	1.85	5.91	4.20	149.00	8.18
12	15	8	1.88	2.60	3.70	169.00	5.50
<b>Pez</b>	<b>Long páncreas</b>	<b>Ancho lengua</b>	<b>Ancho esófago</b>	<b>Ancho est1</b>	<b>Ancho est2</b>	<b>Ancho intestino</b>	<b>Ancho hígado</b>
7	2.41	1.08	0.60	1.78	3.36	0.3	1.74
8	2.54	1.20	0.87	1.53	2.86	0.25	4.00
9	2.24	1.17	0.47	1.97	3.18	0.28	2.94
10	2.63	1.14	0.77	1.15	2.95	0.3	2.29
11	2.64	1.68	0.50	1.68	3.09	0.27	3.71
12	2.50	1.60	0.70	1.60	2.60	0.3	3.00
<b>Pez</b>	<b>Ancho páncreas</b>	<b>Peso lengua</b>	<b>Peso esófago</b>	<b>Peso estómago</b>	<b>Peso intestino</b>	<b>Peso hígado</b>	<b>Peso páncreas</b>
7	0.97	1.15	1.45	12.67	26.70	3.74	0.61
8	0.85	1.21	0.74	9.82	19.30	17.2	0.57
9	1.18	1.23	1.09	11.07	10.30	5.05	0.57
10	0.76	0.80	1.11	9.30	24.07	5.65	0.55
11	1.44	0.85	0.77	10.70	14.20	9.31	0.96
12	1.00	1.20	1.47	8.16	20.62	8.88	1.55
<b>Pez</b>	<b>Ciegos</b>						
7	0						
8	0						
9	1						
10	0						
11	0						
12	0						

Longitudes y anchos en cm.; pesos en gr.; espinas y radios en unidades.



**ANEXO F: PREPARACIÓN PARA UN LITRO DE PARAFORMALDEHÍDO  
NEUTRO AL 4% EN SOLUCIÓN BUFFER:**

100ml de agua destilada + 40g de paraformaldehído, se disuelve y se calienta máximo a 80°C, tapado con papel de aluminio, se retira y se adicionan gotas de NaOH 1M gota a gota hasta que aclare (aprox. 10-20) y quede totalmente transparente. Aparte, se disuelven 4g de fosfato de sodio monobásico y 6.5g de fosfato de sodio dibásico en 900ml de agua destilada. Cuando el paraformaldehído este frío, se mezclan los dos y se mide el pH, el cual debe estar entre 7.2 y 7.3, de lo contrario, se calibra con NaOH y se mantiene refrigerado.

Las muestras se pueden mantener en el fijador por 2 días hasta 2 meses, manteniéndolas en el refrigerador.

## **ANEXO G: TÉCNICA HISTOLÓGICA**

Según Aimale y Gatti (2003), se define técnica histológica al conjunto de operaciones a que se somete una materia organizada, a fin de posibilitar su estudio al microscopio

HEMATOXILINA: Es un colorante vegetal; para ser utilizada debe ser oxidada previamente. Los agentes oxidantes pueden ser: el aire (varios meses de exposición) u oxidantes artificiales (óxido de mercurio, permanganato de potasio, dicromato potásico); es un colorante directo, pero en la práctica se lo utiliza en forma de lacas hematoxilínicas (se utiliza alumbre de potasio o de sodio como mordiente para preparar la solución colorante), comportándose en este caso como un colorante indirecto.

EOSINA: Es un colorante artificial (se trata de derivados hidroxixanténicos halogenados con tres grupos arilo); presenta autofluorescencia espontánea; se la emplea tanto en soluciones acuosas como alcohólicas.

### **PREPARACIÓN DE REACTIVOS:**

#### **ALCOHOL ÁCIDO**

Se mezclan 100 ml de alcohol al 70% con 1 ml de ácido clorhídrico

#### **ALCOHOL AMONIACAL**

Se mezclan 100 ml de alcohol al 70% con 1 ml de hidróxido de amonio

## EOSINA

Solución patrón: 10 g de eosina en 200ml de agua destilada, se completa a litro con alcohol absoluto. A esta solución se le agregan 5 ml de ácido acético por cada litro de alcohol del 80% añadido anteriormente. Se guarda en botella oscura.

## HEMATOXILINA

Solución patrón: disuelva 100 gr. de alumbre de potasio en 1 litro de agua destilada, calentando si es necesario hasta que el alumbre quede completamente disuelto. Al mismo tiempo en un erlenmeyer de 250 ml disuelva 5 gr de hematoxilina en 50 ml de alcohol absoluto.

Una vez disuelto el alumbre, agregue la hematoxilina, mezcle bien las dos soluciones y lleve hasta ebullición lo más rápido posible, baje del fuego y agregue lentamente 5 gr. de óxido de mercurio rojo, mezcle y caliente suavemente hasta ebullición durante 5 minutos, hasta que la solución tome un color púrpura. Enfríe rápidamente con hielo.

Por cada 100 ml de solución patrón que se vaya a usar añada 2 ml de ácido acético.

Guardar en botella oscura y filtrara cada vez que se vaya a usar.

## PEGANTE GEL PARA BAÑO MARIA

Disuelva 1.5 gr. de gelatina sin sabor en un erlenmeyer agregando poco a poco agua destilada hasta completar 5 litros, calentando hasta que se disuelva bien. Filtre. Agregue la punta de una espátula de dicromato de potasio, en el momento de usar mantenga a 55° C.

## ANEXO H: MÉTODO DE AZOCARMINE-ANILINA AZUL DE HEIDENHAINS

### PREPARACIÓN:

#### Solución de azocarmine G 1%

1g de azocarmine

100ml de agua destilada

1 ml de ácido acético glacial

Poner a hervir. Enfriar a 56° C. se filtra y se deja enfriar. Se adiciona el ácido acético glacial. Esta solución debe mantenerse en el refrigerador y filtrarse antes de ser usada.

#### Solución anilina-alcohol 1%

1 ml de anilina

100 ml de etanol al 80%

#### Alcohol acético al 1%

1 ml de ácido acético glacial

100 ml de etanol al 95%

#### Solución de ácido fosfotúngstico al 5%

5 gr. de ácido fosfotúngstico

100 ml de agua destilada

#### Anilina azul

0.5g de anilina azul soluble en agua

2 g naranja G

300 ml de agua destilada

8 ml de ácido acético glacial

Puede ser refrigerado y re-usado varias veces

#### PROCEDIMIENTO DE TINCIÓN

1. Desparafinar e hidratar hasta agua destilada
2. Poner en la solución precalentada de solución azocarmine G a 56° C por 15 minutos.
3. Lavar en agua destilada (1, 2, 3)
4. Diferenciar en solución anilina alcohol hasta que el citoplasma y el tejido conectivo tomen una coloración rosado pálido y los núcleos se distingan (10 a 15 minutos)
5. Lavar brevemente con agua destilada y mirar al microscopio
6. poner en solución de ácido fosfotúngstico por 15 minutos
7. Lavar en agua destilada
8. Colocar en anilina azul por 15 minutos
9. Varios cambios de agua destilada
10. Deshidratar en alcohol al 95%, dos cambios de 2 minutos cada uno
11. Deshidratar en tres cambios de alcohol absoluto 2 minutos cada uno
12. 3 cambios de xilol de 2 minutos cada uno