

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS PECUARIAS



**DESCRIPCIÓN ANATÓMICA E HISTOLÓGICA DEL SISTEMA
DIGESTIVO DE JUVENILES DE PAICHE (*Arapaima gigas*
CUVIER, 1829) CRIADOS EN JAULAS Y SOMETIDOS A DOS
TIPOS DE ALIMENTACIÓN, EN TINGO MARÍA.**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

HURTADO ALVARADO JAVIER

Tingo María – Perú

2009



M12

H96

Hurtado Alvarado, Javier

Descripción anatómica e histológica del sistema digestivo de juveniles de Paiche (*Arapaima gigas* Cuvier, 1829) criados en jaulas y sometidos a dos tipos de alimentación, en Tingo María.

36 páginas; 06 cuadros; 10 fgs.; 20 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Zootecnista) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Zootecnia - 2011

1. INSTALACIONES

2. ANIMALES

3. TRATAMIENTO

4. HISTOLOGICA

5. PAICHE

6. ALIMENTACION



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECHNIA

Av. Universitaria Km. 2 Teléfono: (062) 561280
TINGO MARIA

"Año de las Cumbres Mundiales del Perú"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 10 de octubre del 2009, a horas 6:00 p.m. para calificar la tesis titulada:

DESCRIPCION ANATOMICA E HISTOLOGICA DEL SISTEMA DIGESTIVO DE JUVENILES DE PAICHE (*Arapaima gigas* Cuvier, 1829), CRIADOS EN JAULAS Y SOMETIDOS A DOS TIPOS DE ALIMENTACION, EN TINGO MARIA.

Presentada por el bachiller **JAVIER HURTADO ALVARADO**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobada con el calificativo de **"REGULAR"**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el **TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 95, inciso "i" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 19 de octubre del 2009

Ing. WALTER PAREDES ORELLANA
Presidente



Méd. Vet. JORGE TURPO CALCINA
Miembro

Blgo. LUIS VIVAR LUQUE
Miembro

Méd. Vet. LISANDRO TAFUR ZEVALLOS
Miembro - Asesor

DEDICATORIA

A mi padre por estar siempre en los momentos más importantes de mi vida, por ser el ejemplo para salir adelante y por los consejos impartidos. A mi abuelita Elisa Fuertes Icochea, que con la sabiduría de Dios me ha enseñado a ser quien soy.

A mis hermanos: Jaime y Carlos por sus consejos y apoyo incondicional, de igual forma a Erika Ochoa Cabrera y mi hijo Mauricio Javier Hurtado Ochoa.

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater, la Universidad Nacional Agraria de la Selva y la Facultad De Zootecnia.

A mis asesores de tesis: Ph.D Manuel Sandoval Chacon, Med. Vet. Lisandro Tafur Zevallos, por sus valiosas contribuciones en mi formación profesional.

Al MSc. Juan Lao Gonzales por sus buenos consejos y apoyo durante la ejecución y redacción de la tesis.

A mis jurados: Med. Vet. Jorge Turpo Calcina, Ing. Walter Paredes Orellana y al Blgo. Luis Vivar Luque. Por el interés, motivación, apoyo y críticas necesarias para la realización de este trabajo.

De igual manera eterno agradecimiento a todos mis compañeros de estudios, de la misma forma al técnico de laboratorio de sanidad animal Felix Jara.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Descripción de la especie.....	3
2.1.1. Generalidades.....	3
2.1.2. Sistemática.....	3
2.2. Aspectos anatómicos del paiche (<i>Arapaima gigas</i>) y de especies similares.....	4
2.3. Aspectos de hábitos alimentarios del paiche (<i>arapaima gigas</i>) y de otras especies similares.....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1. Lugar y fecha de Ejecución.....	13
3.2. Instalaciones.....	14
3.3. Animales.....	14
3.4. Alimentación y manejo.....	14
3.5. Metodología de estudio.....	16
3.5.1. Toma de muestras.....	16

3.5.2. Estudio histológico.....	16
3.7. Variables independientes.....	18
3.8. Análisis estadístico.....	18
3.9. Tratamientos en estudio.....	19
3.10. Variables dependientes.....	19
IV. RESULTADOS.....	20
4.1. Descripción macro y microscópica del tubo digestivo.....	20
4.1.1. Esófago.....	20
4.1.2. Estomago.....	23
4.1.3. Duodeno.....	27
4.1.4. Yeyuno.....	30
4.1.5. Íleon.....	32
V. DISCUSIÓN.....	34
VI. CONCLUSIÓN.....	37
VII. RECOMENDACIONES.....	38
VIII. ABSTRACT.....	39
IX. BILIOGRAFÍA.....	41
X. ANEXO.....	45

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Composición porcentual y nutricional del alimento balanceado extruído para los juveniles de paiche (<i>Arapaima gigas</i>)	15
2. Profundidad de los pliegues longitudinales del esófago de juveniles de paiche criados en cautiverio.....	23
3. Altura de las vellosidades de la región cárdica (estomago1) y pilórica (estomago2) del estomago de juveniles de paiche criados en cautiverio....	28
4. Altura de las vellosidades del duodeno de juveniles de paiche criados en cautiverio.....	31
5. Altura de las vellosidades del yeyuno de los juveniles de paiche criados en cautiverio.....	32
6. Altura de las vellosidades del lleon de juveniles de paiche alimentados criados en cautiverio.....	34
7. Características de los juveniles de paiche (arapaima gigas) después del beneficio.....	46

8. Promedio de Profundidad de surcos esofágicos y tamaño de vellosidades intestinales en micras (μ) de los alevinos de paiche (*Arapaima gigas*) alimentados con pez forraje (PF) y ración balanceada (DB), criados en cautiverio..... 46
9. Comparación de medias de las profundidades esofágicas, y vellosidades intestinales de los juveniles de paiche (*Arapaima gigas*) alimentados con pez forraje (PF) y ración balanceada (DB), criados en cautiverio..... 47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Corte transversal del esófago (5x).....	22
2. Corte transversal del esófago (10x).....	22
3. Corte transversal de la región cárdica del estomago (10x).....	25
4. Corte transversal de la mucosa de la región cárdica del esófago.....	26
5. Corte transversal de la región pilórica del estomago.....	26
6. Corte transversal de duodeno (5x).....	29
7. Corte transversal la mucosa del duodeno (40x); (100x).....	30
8. Corte tranversal de la submucosa del duodeno (100x).....	30
9. Corte transversal del yeyuno (10x).....	31
10. Corte transversal de ileon (10x).....	33

RESUMEN

La investigación se realizó en el laboratorio de Sanidad Animal de la Facultad de Zootecnia, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, de Tingo María, departamento de Huánuco - Perú, y el estudio histológico se llevó a cabo en el Laboratorio de Histología de la Facultad de Biología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima – Perú; el objetivo fue evaluar el efecto de dos tipos de alimentación (pez forraje y alimento balanceado) donde se utilizó el aparato digestivo de tres paiches (*Arapaima gigas*). El aparato digestivo comprendió desde la parte oral del esófago hasta la parte aboral de íleon, luego se separó los órganos en partes individuales de las cuales se obtuvo muestras de esófago, estómago (región cárdica y región pilórica), duodeno, yeyuno e íleon. El procedimiento histológico, fue con cortes de 6 μm y coloreados con el método de hematoxilina-eosina. Los resultados histológicos indican que existen cambios a nivel de toda la estructura digestiva de los peces sometidos a los dos tipos de alimentación. Concluyendo que el paiche (*Arapaima gigas*) presenta un sistema digestivo corto, propio de peces de hábito alimenticio carnívoro, El esófago de los peces de ambos tratamientos no presentan diferencias en cuanto a su estructura, formado por 4 capas, mucosa, submucosa, muscular y serosa; pero si en cuanto a

las profundidades de los pliegues longitudinales. El estomago de los peces tiene forma de j volteada y presentan 3 regiones distintas, cárdica, pilórica y fundica, diferenciándose la región cárdica por tener mayor cantidad de glándulas y fositas, la región pilorica presenta una mucosa de menor tamaño y una capa muscular más desarrollada; se observo que los peces alimentados con pez forraje presentan mayor desarrollo tanto de la mucosa como la capa muscular. Los intestinos son cortos gruesos cuyas paredes están compuesta por 4 capas: mucosa, submucosa, muscular y serosa. La mucosa va de menor a mayor grosor hasta el íleon, cosa contrario se observa con la capa muscular. El tamaño de las vellosidades intestinales de los peces, a nivel de duodeno, presenta diferencia debido al trabajo en función a tipo de alimento. Por lo que llegamos a la conclusión, que el efecto de los dos tipos de alimentación en el sistema digestivo de los juveniles de paiche (*Arapaima gigas*) influencia en las características histológicas.

Palabras claves: Paiche (*Arapaima gigas*), histología, mucosa y sub mucosa, muscular, serosa ,vellosidades intestinales.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la Amazonia Peruana se sustenta en el potencial de recursos hídricos, las cuales representan un aporte económico en el productor piscícola; además la creciente población consumidora de proteína animal hace propicio la producción acuícola del paiche (*Arapaima gigas*) en cautiverio.

Esta especie es consumida desde tiempos remotos tanto por los pobladores de comunidades nativas como de colonos, los cuales manifiestan su afinidad por el sabor y textura de su carne. Los estudios realizados demuestran una alta calidad proteica de la carne del paiche (*Arapaima gigas*), por lo que se hace propicio la oportunidad de una producción sostenible del paiche en cautiverio. El problema que afronta la producción de esta especie es la escasa información científica de las características morfológicas y fisiológicas de esta especie, lo que limita crear parámetros nutricionales y productivos.

El fundamento de la producción en cautiverio es controlar eficientemente todos los parámetros nutricionales para un alto aprovechamiento de la especie, ya que una dieta balanceada equilibra los

requerimientos necesarios para una producción óptima. Otro factor enlazado a la nutrición son las características anatómicas e histológicas del intestino ya que en este órgano es donde se aprovechan los nutrientes aportados por las dietas balanceadas por lo que nos planteamos la hipótesis de que los paiches (*Arapaima gigas*) alimentados con dos tipos de alimentación en Tingo María presentan diferencias histológicas a nivel del sistema digestivo.

La escasa información sobre los aspectos anatómicos e histológicos del paiche (*Arapaima gigas*) a nivel del aparato digestivo influyen en la falta de producción de dietas óptimas para la producción de esta especie; a su vez si estas dietas van a producir cambios morfológicos que pueden afectar o favorecer a las células intestinales.

Objetivo:

Evaluar el efecto de dos tipos de alimentación en las características histológicas en el aparato digestivo del paiche (*Arapaima gigas*).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Descripción de la especie.

2.1.1 Generalidades.

El paiche, (*Arapaima gigas*) Cuvier 1829, es un recurso pesquero tradicional y popular en la cuenca amazónica, y de gran importancia económica debido a la calidad y cantidad de su carne. Científicamente es de gran interés por ser una especie primitiva única en su género. Es considerado como uno de los mayores peces conocidos de agua dulce, alcanzando en estado adulto la longitud de 3 m y pesos superiores a los 200 Kg. (IMBIRIBA, 1996).

2.1.2 Sistemática.

Según IMBIRIBA e PALMEIRA (1994), la clasificación taxonómica del paiche (*Arapaima gigas*) es de orden: Osteoglossiformes, familia: Osteoglossidae, género: *Arapaima* y especie: *Arapaima gigas*.

El nombre genérico ha sido tomado del vernacular “arapaima” y el específico “gigas”, que significa gigante, en alusión a su gran tamaño (IMBIRIBA, 1996).

2.2. Aspectos anatómicos del paiche (*Arapaima gigas*) y de especies similares.

En el paiche (*Arapaima gigas*) posee una boca ancha provista de dientes y un tubo digestivo dividido en esófago, estomago divertículos digestivos, o apéndices pilóricos e intestino (ROBERTS, 1978).

El estomago es un órgano musculoso elongado y bastante amplio que presenta un gran espacio de almacenamiento y muestra una saculación final antes de unirse con el intestino a través del píloro (WEDLER, 1998).

La morfología y fisiología del sistema digestivo de los peces presentan sus particularidades; ya que viven en un medio acuático que determina ciertas especializaciones que faltan en los animales terrestres (ROBERTS, 1989).

FUGI e HAHN (1991), afirman que la región con las paredes más complejas están más envueltas con los procesos de absorción, en virtud del aumento del área efectiva para la absorción de los nutrientes.

A nivel histológico, en general, el tubo digestivo está conformado por cuatro capas: mucosa, submucosa, muscular y serosa. La capa mucosa está constituida por el epitelio de la mucosa, el cual reviste la parte interna del tubo digestivo y está en contacto con la luz del órgano; en ella se ve la forma y la ubicación del núcleo de la célula, lo cual permite la identificación del epitelio de revestimiento. La lámina propia, conformada por tejido conjuntivo de sostén, forma pliegues longitudinales hacia la luz del órgano. La subcapa muscular, la más externa de la mucosa, presenta dos tipos de epitelios: el de revestimiento y el glandular. El epitelio de revestimiento es la capa de células más superficial, se encuentra recubriendo la parte interna del tubo digestivo, está en contacto con la luz del órgano y con el alimento. La capa submucosa conecta la mucosa con la capa muscular, está ubicada inmediatamente debajo de la capa mucosa y está formada por tejido conectivo laxo; en esta capa el estrato compacto no se diferencia del granuloso. La capa muscular está formada por músculo liso con orientación circular y, seguidamente se encuentra la capa serosa que conforma la superficie externa del tubo digestivo (ATENCIO *et al.*, 2008).

TAKASHIMA E HIBIYA (1995), reportan que la estructura del tubo digestivo cambia considerablemente a lo largo del mismo y que grandes diferencias son encontradas entre especies.

El esófago sirve como conductor del alimento de la boca hacia el estómago, presenta una luz amplia, pliegues internos distensibles y secreciones mucosas que permiten el paso de alimento de gran tamaño con

facilidad hacia el estómago. Histológicamente el esófago presenta las cuatro capas básicas para todo el tubo digestivo (mucosa, submucosa, muscular y serosa). Se encuentran pliegues longitudinales que se proyectan hacia la luz del órgano (crestas) muy cortos y de gran diámetro con bordes redondeados, separados unos de otros por surcos poco profundos (ATENCIO *et al.*, 2008).

El epitelio de revestimiento que protege el esófago es de tipo estratificado plano no queratinizado con abundantes células caliciformes que interrumpen la regularidad de las células epiteliales tanto en el ápice como en los lados de los pliegues, las secreciones mucosas de las células caliciformes permiten el paso del alimento con mayor facilidad (ATENCIO *et al.*, 2008).

MENIN y EMURA (2006), con la finalidad de estudiar comparativamente la estructura histológica del esófago selecciono 15 ejemplares de *Prochilodus marggravii* y 20 de *Prochilodus affinis* (*Characiformes Prochilodontidae*), de habito alimentario iliófago. Encontró que el epitelio del esófago presenta variación estructural en los diferentes ejemplares de las distintas clases de tamaño estudiado, en cuanto a la existencia y distribución de células mucosas, glándulas tubulosas simples no ramificadas y corpúsculos gustativos que permite la diferenciación del epitelio pavimentoso estratificado no queratinizado en tres sub-tipos distintos. El muscular de la mucosa fue registrado y la túnica muscular, constituida de fibras musculares extraídas a lo largo del órgano, presenta la túnica longitudinal interna discontinúa y mas definida en su porción aboral; la túnica circular es

externa y más espesa que la longitudinal. La presencia de células y glándulas mucosas está relacionada con la minimización sufrida por el órgano durante la deglución de la masa alimenticia. Y a la estructura de la túnica muscular juntamente con los corpúsculos de gustativos, encontrados en la porción craneal del esófago, sugiere la probable importancia de ese órgano en la selección y regresión del material en deglución.

Debe ser resaltado, entretanto que, para el reconocimiento de las glándulas tubulosas esofágicas en teleostei es controvertido. Algunos autores afirman que la mucosa esofágica existe apenas simulación de formaciones glandulares pluricelulares (SOUZA *et al.*, 2001).

Células claviformes, comúnmente encontradas en el epitelio esofágico de muchas especies de peces de agua dulce, de distintos hábitos alimentares, no fueron registradas en el epitelio esofágico de las especies *Prochilodus marggravii* y *Prochilodus affinis* (MENIN y EMURA 2006).

La región cranial del esófago funciona como área de protección y la caudal está envuelta con la selección iónica y absorción de alimentos (SOUZA *et al.*, 2001).

RODRÍGUEZ *et al.* (2003), describió y comparó la morfología e histología del tubo digestivo de *Gambusia puncticulata* y *Girardinus metallicus* observando que la *Gambusia puncticulata* tiene un intestino corto y grueso,

característico de las especies carnívoras y el *Girardinus metallicus* posee un intestino alargado y delgado, arrollado en forma de espiral como corresponde a los peces omnívoros. Se observó que el patrón histológico del intestino en ambas especies es muy simple, sin embargo, *Gambusia puncticulata* presentó gran cantidad de micro vellosidades de tipo ramificadas, al compararla con *Girardinus metallicus*.

KAPOOR *et al.* (1975), declaró que la longitud del intestino de los peces es relativa y varía de acuerdo a los hábitos alimenticios, y el intestino es más corto en los carnívoros, es encontrado con mayor frecuencia en los carnívoros y más tiempo en los herbívoros e iliófagos.

El patrón histológico de la *Gambusia puncticulata* es muy simple, se observan al microscopio 2 capas: mucosa, capa muscular externa, se observa el tipo de epitelio de la parte más inicial, el cual es plano pseudoestratificado con células caliciformes y fibra muscular, lisa y estriada. Se continúa imperceptiblemente con epitelio cilíndrico pseudoestratificado con células caliciformes y presencia de fibra muscular lisa. La membrana basal de la mucosa se evagina originando gran cantidad de vellosidades ramificadas y vellosidades más simples y bajas que se van alternando con células caliciformes (RODRIGUEZ *et al.* 2003).

Microscópicamente *G. metallicus* posee igualmente un sistema digestivo en forma de conducto carente de diferenciación morfológica. No

posee estómago, presenta un intestino y una hepatopáncreas. El patrón histológico del tubo digestivo se destacan 3 capas: mucosa, submucosa y muscular. La membrana basal de la mucosa se evagina originando vellosidades de diferente longitud y forma: romas cortas, largas y ramificadas. De forma esquemática, se puede decir que en la primera parte del tubo digestivo se observan vellosidades cortas, en la parte media, vellosidades largas y al final vellosidades ramificadas. La mucosa está constituida por epitelio cilíndrico pseudo estratificado con células caliciformes. También presenta células con gránulos acidófilos similares a las células de Paneth en la submucosa intercalada a todo lo largo del tubo digestivo (RODRIGUEZ *et al.* 2003).

RODRÍGUEZ *et al.* (2003), el patrón histológico del intestino de ambas especies es muy simple en correspondencia con su escaso desarrollo morfológico, en ninguno de los casos se observa esófago ni estómago. En las 2 especies se presentan microvellosidades, como ocurre en forma similar en otros peces. Sin embargo, *Gambusia puncticulata* presenta gran cantidad de microvellosidades de tipo ramificadas, al compararla con *Girardinus metallicus*. Esto coincide con BECERRA *et al.* (2005), el cual plantea que los peces carnívoros presentan un gran desarrollo de la superficie intestinal, cargada de enzimas proteolíticas; esto aumenta el rendimiento de sus relativamente más cortos, tubos digestivos.

RODRÍGUEZ *et al.* (2003), hace mención que el epitelio que se identifica en el intestino de ambas especies es pseudoestratificado cilíndrico, similar a lo reportado por GONZALES *et al.* (2003) para otros peces.

Histológicamente el intestino es un tubo con numerosos pliegues oblicuos que retardan el paso del alimento y aumentan el área de absorción de nutrientes. El epitelio que recubre la capa mucosa es simple cilíndrico con abundantes células caliciformes. Hacia la parte posterior hay un incremento moderado en la cantidad de células caliciformes permitiendo diferenciar las dos porciones del intestino, la anterior de la posterior (ATENCIO *et al.*, 2008).

El estómago es una bolsa asimétrica en forma de "Y", grande y musculoso, amplio en la porción anterior y estrecho hacia el fondo del órgano, debido a su hábito alimenticio carnívoro presentando también pliegues internos que ofrecen gran capacidad de distensión permitiendo el paso de presas de gran tamaño (ATENCIO *et al.*, 2008)

En el estómago el epitelio que recubre la mucosa es de tipo simple cilíndrico con células mucosecretoras, el producto de secreción de estas células se caracteriza por ser acidófilo diferente al de las células caliciformes (LUDOVICO *et al.*, 1998).

2.3. Hábitos alimentarios del paiche (*arapaima gigas*) y de otras especies.

CRESCÊNCIO (2001), menciona que, con el fin de mejorar la productividad del paiche, se ha utilizado raciones balanceadas con alto contenido de proteínas obteniendo resultados variados. El paiche tiene que ser entrenado desde temprana edad a comer ración artificial, caso contrario el aprovechamiento de la dieta no es eficiente. A pesar de estos esfuerzos de usar dietas balanceadas, las mejores tasas de crecimiento del paiche han sido obtenidas utilizando alimentación a base de pez forraje.

TEXEIRAS (2000), menciona la importancia sobre la morfología del tubo digestivo de peces, por ser muy variable ilustrar la adversidad de su régimen alimenticio y de sus modos de vida.

La *Gambusia puncticulata* se señala que es una especie carnívora y por lo tanto un magnífico biorregulador y *Girardinus metallicus* un pez omnívoro con menor capacidad para realizar esa función (RODRÍGUEZ *et al.*, 2003).

La morfología del tracto digestivo de los peces es muy variable, ilustrando la diversidad de regímenes alimentarios y modos de vida de estos (RODRÍGUEZ *et al.*, 2003).

RODRÍGUEZ *et al.*, (2003), hace mención que a simple vista la *G. puncticulata* posee un sistema digestivo en forma de conducto carente de diferenciación morfológica. No posee estómago, presenta un intestino y una hepatopáncreas. El intestino es corto y grueso, característico de las especies carnívoras.

HIDALGO e ALLIOT (1987), enfatizaron por ejemplo que el comprimimiento del tubo digestivo repercute de manera importante los aspectos digestivos de la digestión y absorción de los alimentos. De misma forma GALLEGO Y RUS (1987) consideran imprescindible que antes de dar fundamentos en estudio de distintos mecanismos de absorción intestinal es necesario tener conocimientos de las características anatomohistológicas del intestino de los peces.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de estudio.

El presente trabajo de investigación se realizó en la “Estación Piscícola Villa Hidalgo” ubicado en la localidad de Santa Rosa de Shapajilla, distrito de Padre Felipe Luyando y en el Laboratorio de Sanidad Animal de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; de la Provincia de Leoncio Prado, departamento de Huanuco, geográficamente la zona se encuentra a 660 msnm, 09°17'58" latitud sur y 76°01'07" longitud oeste, con una temperatura promedio de 24,8 °C y humedad relativa de 87-89%. Zona de vida: bosque húmedo-premontano subtropical y el estudio histológico se llevó a cabo en el Laboratorio de Histología de la Facultad de Biología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

El trabajo de investigación se realizó desde el 26 de julio hasta el 8 de noviembre del 2007.

3.2. Instalaciones.

Los peces se criaron en 4 jaulas de madera con dos compartimientos, provistas de una tapa y cubiertas con malla anchovetera, con dimensiones de 3,00 x 1,50 x 1,10 m largo, ancho y altura respectivamente. Las jaulas se ubicaron en un estanque de 3500 m² de espejo de agua, con profundidad de 1,00 m. con un tirante de agua de las jaulas de 0,80 m. La fuente de abastecimiento de agua al estanque fue de una quebrada, conducido a través de tubos de PVC.

3.3. Animales.

En el estudio se emplearon 80 juveniles de paiche, con peso promedio de 437 g, una longitud promedio de 35 cm y de ello se sacrificó 3 ejemplares para el estudio anatómico e histológico.

3.4. Alimentación y manejo:

El alimento de los peces fue a base de pez forraje, con especies de: tilapia (*Oreochromis niloticus*), bujurqui (*Cichlasoma amazonarum*) y mojarra (*Gymnocorimbos thayeri*), los cuales se colectaron de las quebradas y ríos de la zona y suministraron al paiche en forma picada.

El alimento balanceado extruido se elaboró en la planta de alimentos balanceados de la Facultad de Zootecnia-UNAS. El alimento se suministró en forma de gránulos con textura semidura, de forma cilíndrica, con diámetros 8 mm y de color oscuro.

Cuadro 1. Composición porcentual y nutricional del alimento balanceado extraído para los juveniles de paiche (*Arapaima gigas*).

Ingredientes	%
Harina de pescado	60,00
Afrecho de trigo	12,30
Polvillo de arroz	12,00
Maíz molido	10,00
Proapak 13A	0,10
BHT	0,02
Cloruro de colina	0,10
Zinc	0,05
Fungiban	0,05
Almidón de yuca	5,00
Aceite de palma	0,40
Total	10,02
Valor nutricional¹	
Proteína bruta	43,0
Fibra bruta	3,2
Grasa	5,0
Ceniza	6,8
Materia seca	92,2
Energía Metabolizable	2888,2 Kcal.

¹ Nutrientes expresados en base fresca o tal como ofrecido.

El suministro de alimento a los peces se realizó de forma manual con una frecuencia de dos veces por día (8:00 y 18:00 horas); la ración se calculó en función a la biomasa existente y la tasa de alimentación (5 %), según REBAZA *et al.* (1999).

3.5. Metodología de estudio.

3.5.1. Toma de muestras.

El aparato digestivo fue extraído de tres paiches (*Arapaima gigas*) de cada tratamiento, los cuales fueron seleccionados al azar. La muestra del aparato digestivo comprendió desde la parte craneal del esófago hasta la parte caudal de íleon, luego se separó los órganos en partes individuales de las cuales se obtuvo muestras de esófago, estómago (región cárdica y región pilórica), duodeno, yeyuno e íleon. Cada órgano fue colocado en envases con contenido de formol al 10% para ser trasladadas al laboratorio de histología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

3.5.2. Estudio histológico:

Deshidratación.- Las muestras luego de ser fijadas en formol al 10% se procedió a la deshidratación eliminando el agua que se encuentra en los tejidos, mediante la técnica de secuencia de alcoholes; de menor a mayor

concentración es decir 60%, 70%, 80%, 90% alcanzando paulatinamente el alcohol al 100%. Se tuvo las muestras una hora y media por cada secuencia.

Aclaración.- Se realizó el proceso de aclaración de las muestras de tejidos colocándose estas en xilol durante tres horas.

Inclusión o Impregnación.- Las muestras de tejidos se colocaron en un recipiente con parafina fundida y mantenidas en estufa durante tres horas manteniéndolos a 60°C. La solidificación fue en bloque de metal a temperatura ambiente.

Corte.- Obtenidos los tacos se procedió a hacer los cortes de tal manera que sea fácil el paso de la luz por la lamina para ello se hizo cortes de 6mm de grosor con un micrómetro manual.

Coloración.- la coloración se realizó en la secuencia que a continuación se redacta.

- 1.- Secado de los cortes en estufa a 58°, 15 minutos.
- 2.- Xilol (I) 15 minutos en estufa.
- 3.- Xilol (II) 2 horas a medio ambiente.
- 4.- Alcohol 100°, 30 minutos.
- 5.- Alcohol 90°, 30 minutos.
- 6.- Alcohol 80°, 30 minutos.

- 7.- Alcohol 60°, 30 minutos.
- 8.- Agua destilada, 30 minutos.
- 9.- Hematoxilina, 1 hora y 30 minutos.
- 10.- Agua corriente, 2 horas.
- 11.- Alcohol 50°, 15 minutos.
- 12.- Eosina, 30 minutos.
- 13.- Alcohol 90°, 30 minutos.
- 14.- Alcohol 100°, 10 minutos.
- 15.- xilol, 2 horas.
- 16.- Montaje con bálsamo de Canadá. (AJMALE, A. GATTI, J., 2007)

3.6. Variables independientes.

Tipo de alimento con las que fueron alimentados los alevinos de paiche (*Arapaima gigas*).

3.7. Análisis estadístico.

Para el análisis de los resultados se utilizó una estadística descriptiva básica ($\bar{x}$, DS, SEM), la prueba de t para comparar los dos grupos experimentales; (paiches alimentados con pez forraje vs. los alimentados con dieta balanceada), para la cual se utilizó el software INSTAT V2.05.

$$t = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B - 0}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B} \right)}}$$

$\bar{x}_A$ = media muestral grupal de las observaciones del factor A

$\bar{x}_B$ = media muestral grupal de las observaciones del factor B

S_p^2 = varianza ponderada

n_A = numero de observaciones del factor A

n_B = numero de observaciones del factor B

3.8. Tratamientos en estudio

DB: Alimento balanceado extruído.

PF: Alimento natural con pez forraje

3.9. Variables dependientes.

Morfología e histología del sistema digestivo del paiche (*Arapaima gigas*).

IV. RESULTADOS.

4.1. Descripción macro y microscópica del tubo digestivo.

El sistema digestivo de los paiches (*Arapaima gigas*), sometidos a dos tipos de alimentación oscilan en un promedio de 51,58 cm de talla, una longitud promedio de sus aparatos digestivos de 81,66 cm. Los intestinos alcanzan una longitud promedio de 67,66 cm cuyos valores en forma individual se muestran en el cuadro 7 del anexo.

La disposición de los órganos que conforman el tubo digestivo esta directamente relacionada con la forma de la cavidad abdominal y la del cuerpo. Los órganos como el esófago, el estomago y la primera asa intestinal se encuentran en la región craneal de la cavidad abdominal.

4.1.1. El esófago.- es un órgano tubular corto y de paredes gruesas, presenta pliegues internos separadas unos de otros por surco profundo, que son más aventajados próximo a la región cardiaca del estomago de gran capacidad de distensión, permitiendo el paso de presas de gran tamaño hacia el estomago.

Histológicamente el esófago presenta cuatro capas: mucosa, submucosa, muscular y serosa.

- Mucosa: Conformada por pliegues longitudinales que se proyectan a la luz del órgano, corto y de gran diámetro separados unos de otros por sucros profundos, el epitelio que reviste y protege al esófago es de tipo estratificado plano con abundantes células mucosecretoras en toda la superficie de esta, las secreciones mucosas de estas células mucosecretoras permiten el paso del alimento con mayor facilidad. En la mucosa se observa la lámina propia y musculatura lisa. La submucosa está formada por tejido conectivo que contiene nervios y vasos sanguíneos. La capa muscular está conformado por una capa muscular longitudinal y otra transversal permitiendo al órgano la acción de compresión y distensión. La capa serosa formada por tejido conectivo. En las figuras 1 y 2 se observa las estructuras identificadas del esófago.

Figura 1: Corte transversal del esófago (5x). Mucosa (Muc); submucosa (SubM); capa muscular longitudinal (CML); capa muscular transversal (CMT); capa serosa (S); célula nerviosa envuelto por la serosa (h).

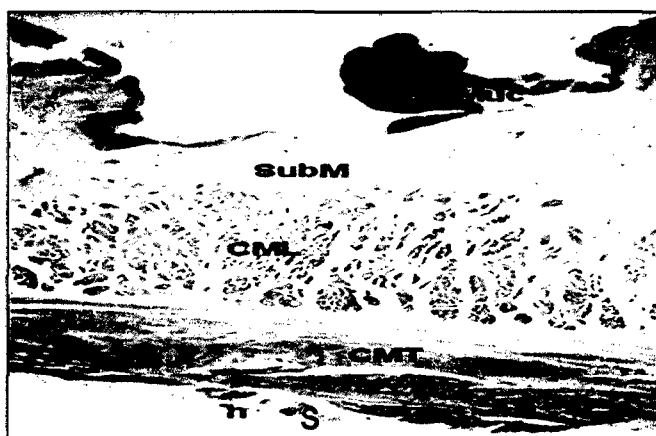
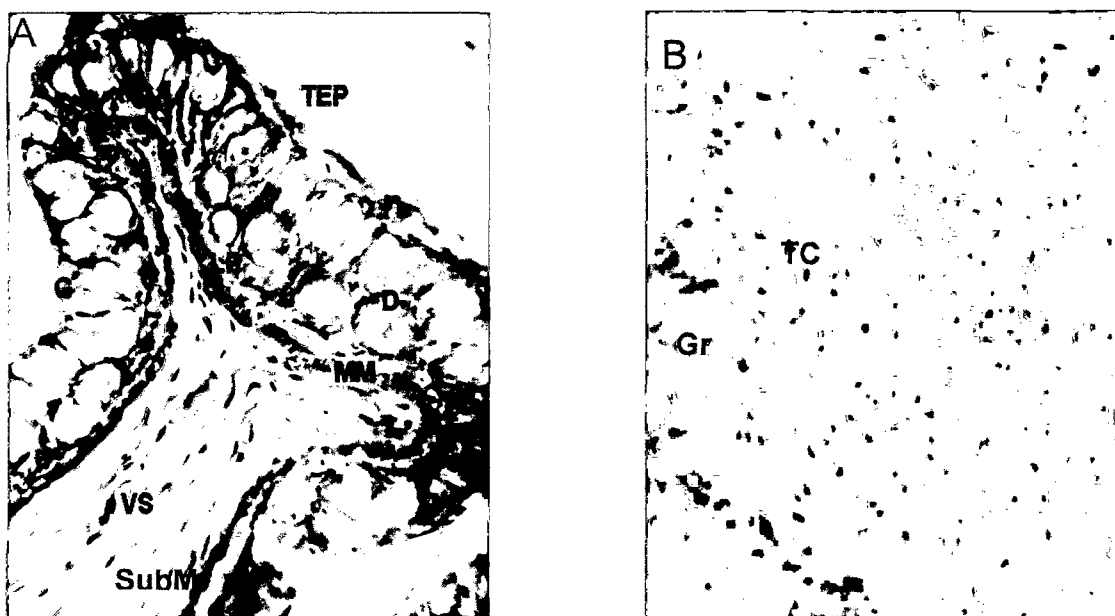


Figura 2. Corte transversal del esófago (10x). A: Mucosa; Tejido epitelial estratificado plano (TEP); poro de células secretoras (g); célula mucosecretora circulares (D); lamina propia (LP); B (40x): Sub mucosa (SubM); tejido conjuntivo (TC); grasa (Gr).



En el cuadro 2 se presenta los resultados para la profundidad de los pliegues longitudinales del esófago para los dos grupos experimentales (pez forraje y ración balanceada). Se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) para la profundidad de los pliegues siendo mayor para los peces alimentados con pez forraje.

Cuadro 2. Profundidad de los pliegues del esófago de juveniles de paiche, criados en cautiverio¹

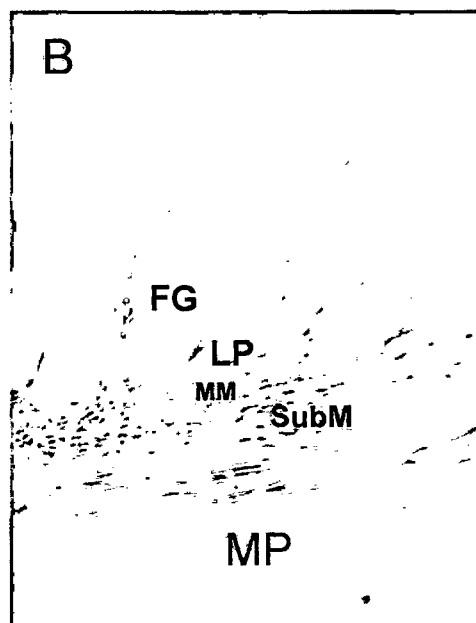
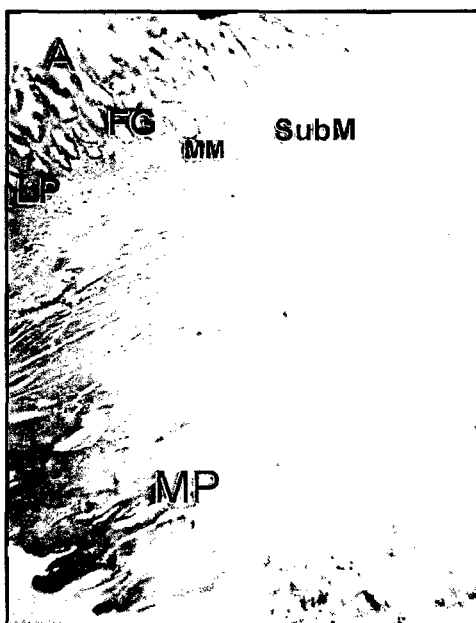
Tipo de dieta	Longitud de pliegues esofágicos (μ)
Pez forraje	424,6 ± 5,801
Ración balanceada	201,9 ± 20,832

¹ Valores representan la media ± SEM. Significancia (P<0,05).

4.1.2. Estomago. Se observa en vista frontal el estomago en forma de “J” con sus respectivas regiones: cárdica, pilórica y fúndica, cubiertas por un par de ciegos pilóricos, y parte de hígado. En la figura 3 podemos observar un corte transversal de la región cárdica del estomago de juvenil de paiche la cual esta conformada por la mucosa, sub mucosa, muscular y serosa revestida por un epitelio estratificado plano constituida por células secretoras, en la lamina propia de la mucosa se observan en gran cantidad las fositas gástricas diferenciándose en tamaño, numero y profundidad. En la base de las fositas gástricas se observan apreciar las glándulas cárdicas, tanto las fositas gástricas como las glándulas cárdicas están rodeadas por la lámina propia y estas a su vez son más escasas en la región pilórica. La lamina propia y la capa submucosa esta dividida por la presencia de una capa muscular de tipo liso. La submucosa está conformada por un tejido conectivo denso donde se puede apreciar vasos sanguíneos. La capa muscular esta conformada por una

musculatura lisa en forma longitudinal y transversal. Externamente el estomago esta revestido por una capa serosa conformada por un tejido conectivo donde se pueden apreciar vasos sanguíneos y nervios

Figura 3. Corte transversal de la región cárdica del estomago (10x). Alimentado con pez forraje (A) y alimentado con ración balanceada (B); fositas gastricas (FG); glandulas cardiales (D); lamina propia (LP); muscular de la mucosa (MM); submucosa (SubM); muscular propia (MP); C: lamina propia (40x); células parietales (CP); células principales (CPP); D: Submucosa (40x); Tejido conjuntivo (TC). Vaso sanguineo (VS).



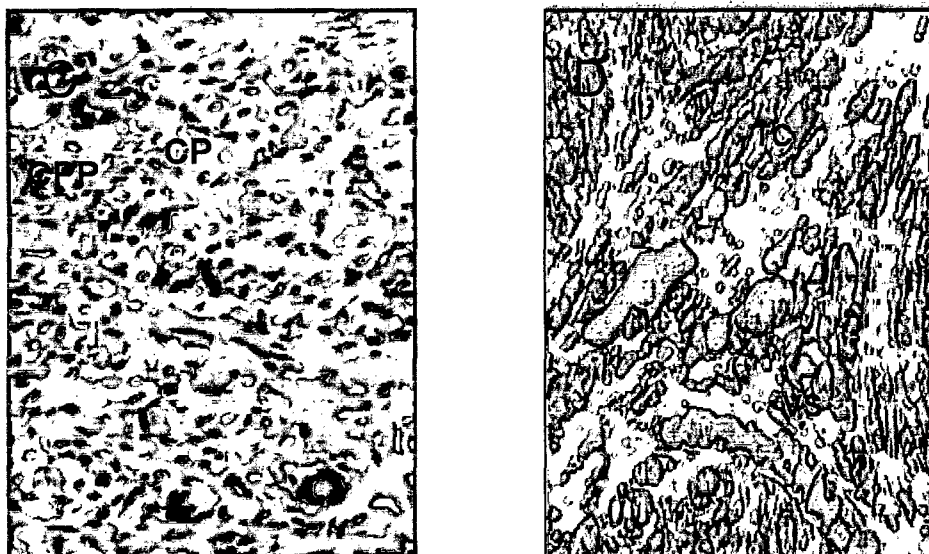


Figura 4. Corte transversal de la mucosa de la región cárdica del esófago (40x). Celulas mucosecretoras (CMS). Fositas gastricas (FG). Lamina propia (LP).

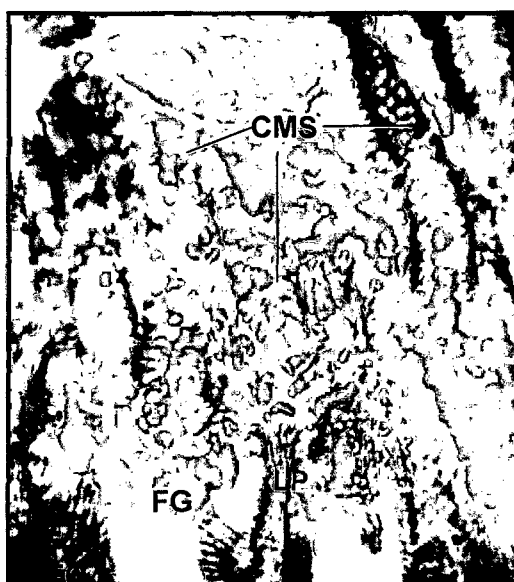
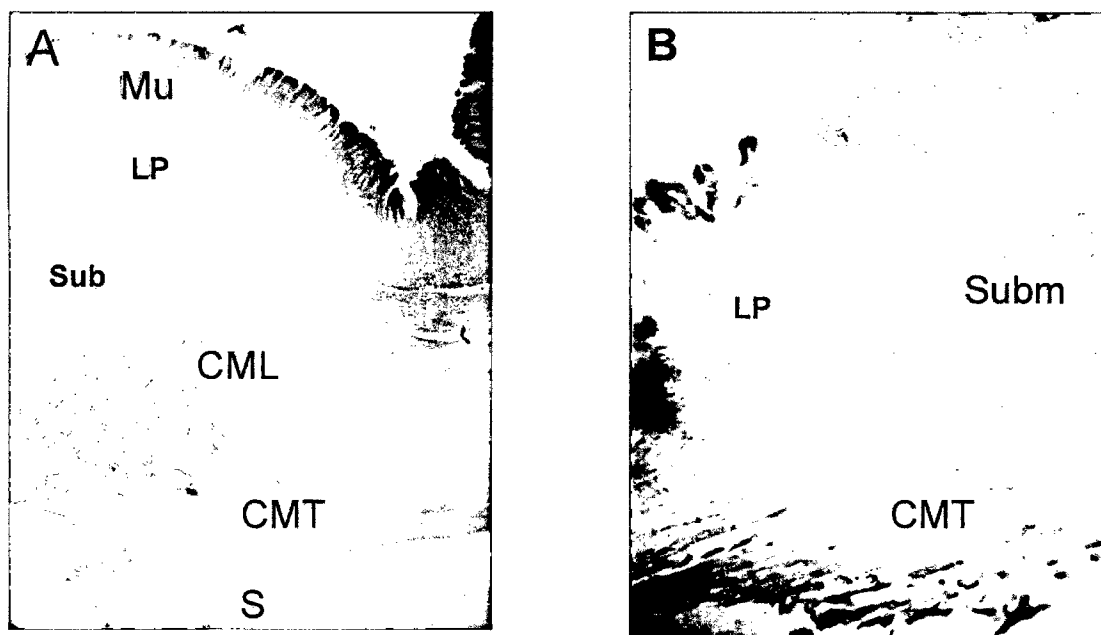


Figura 5. Corte transversal de la región pilórica del estomago (10x). A: Alimentados con pez forraje. B: alimentados con ración balanceada. Mucosa (Muc). Lamina propia (LP). Submucosa (SubM). Capa muscular longitudinal (CML). Capa muscular transversal (MPT). Capa serosa (S).



En el cuadro 3 se presenta los resultados para la profundidad de los pliegues longitudinales de la región cárdica del estomago para los dos grupos experimentales (pez forraje y ración balanceada). Se encontró que no existe diferencia significativa ($P > 0,05$) para la profundidad de los pliegues longitudinales. Se observa también los resultados de los pliegues de la región pilórica del estomago donde se encontró que existe diferencia significativa ($P < 0,05$).

Cuadro 3. Altura de las vellosidades de la región cárdica (estomago1) y pilórica (estomago2) del estomago de juveniles de paiche criados en cautiverio.

Tipo de dieta	Longitud de vellosidades de la región cárdica y Pilórica (μ)	
	Estomago 1	Estomago 2
Pez forraje	298,396 $\pm$ 12,973	512,43 $\pm$ 39,340
Ración balanceada	278,583 $\pm$ 29,471	341,55 $\pm$ 73,819

Estomago 1 ($P > 0,05$). Estomago 2 ($P < 0,05$).

4.1.3. Duodeno. En la figura 6 se observa mediante un corte transversal las 4 capas que conforman el duodeno, las que son, la mucosa, submucosa, capa muscular, capa serosa.

Mucosa: Formada por proyecciones ramificadas hacia la luz del duodeno llamado vellosidades, de diferentes tamaños. En toda la superficie de las vellosidades están, en forma intercaladas las células caliciformes ver figura 7, dentro de la lamina propia de la mucosa se puede observar a las glándulas intestinales o criptas de Lieberkühn que son las que se extienden hasta la capa muscular de la mucosa ver figura 7.

Submucosa: Constituida por tejido conjuntivo, es la que envuelve a las glándulas de Brunner ver figura 8.

Muscular: conformada por un tejido liso en forma longitudinal, envueltas por una capa serosa conformada por tejido conectivo.

Figura 6. Corte transversal del duodeno (5x). A: Alimentados con pez forraje.

B: alimentados con dieta balanceada; mucosa (Muc); lamina propia (LP), submucosa (SubM); musculatura propia (MP); serosa (S).

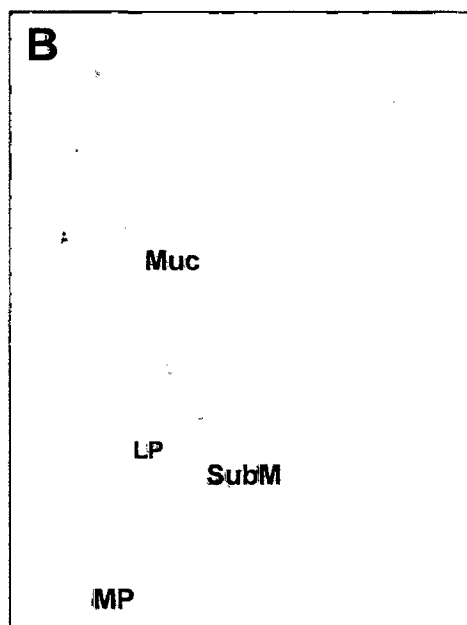


Figura 7. Corte transversal la mucosa del duodeno A:(40x) B:(100x).

Mucosa (Muc); células caliciformes (CC); glándulas intestinales (GL).

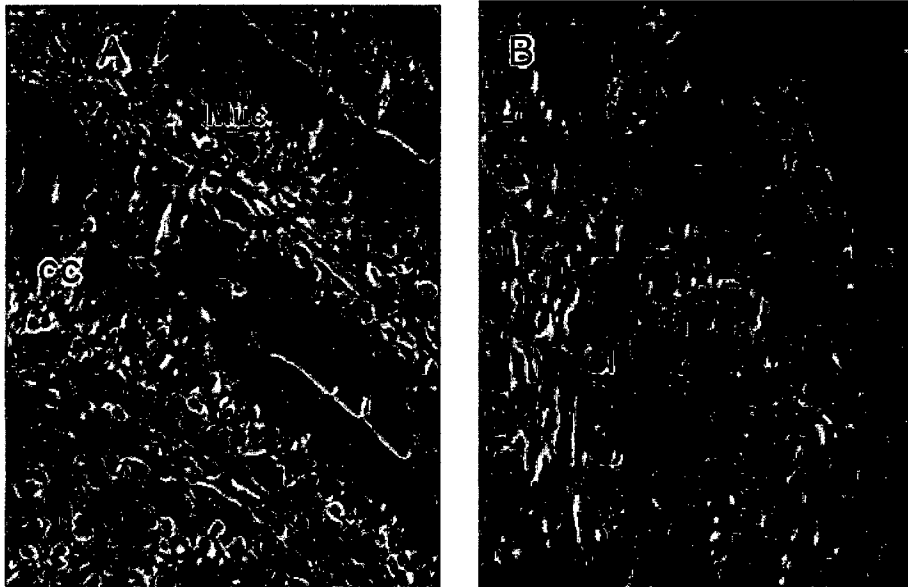
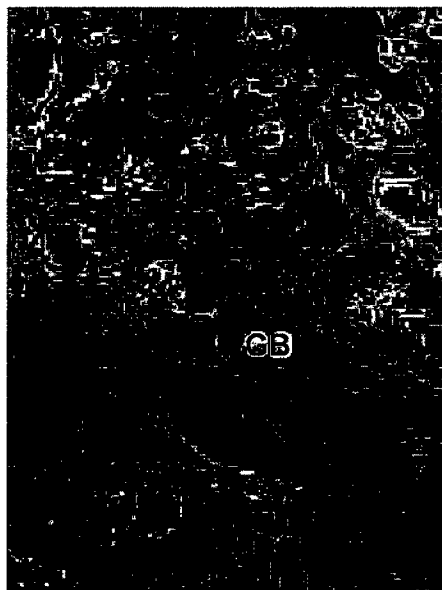


Figura 8. Corte tranversal de la submucosa del duodeno (100x). glandula de Brunner (GB).



En el cuadro 4 se presenta los resultados de la altura de las vellosidades del duodeno para los dos grupos experimentales (pez forraje y ración balanceada). Se encontró diferencia significativa ($P < 0,05$).

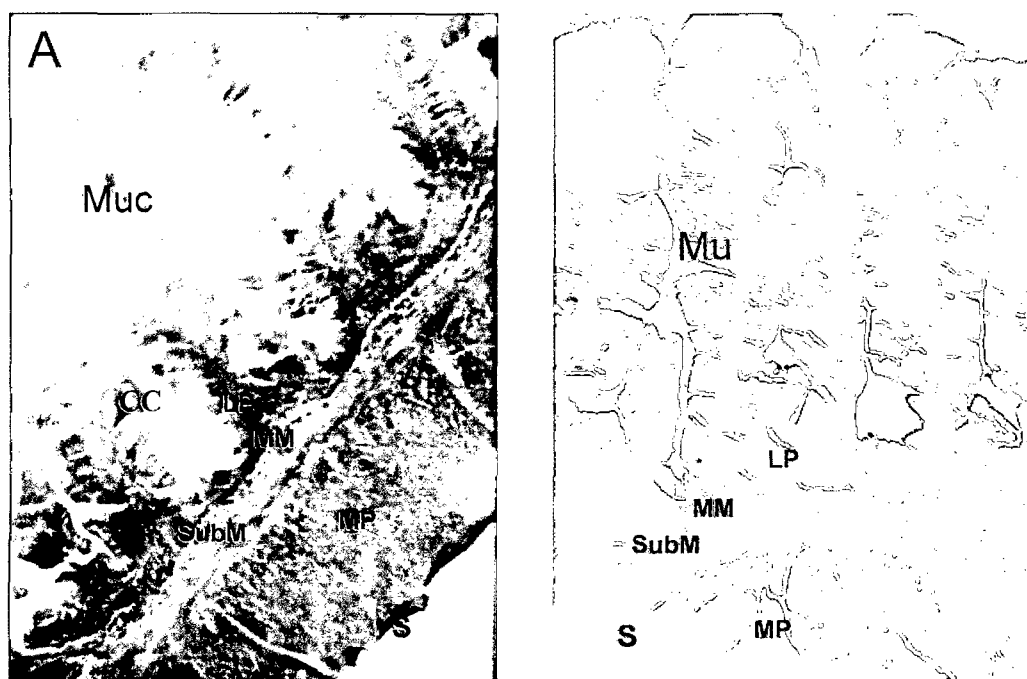
Cuadro 4. Altura de las vellosidades del duodeno de juveniles de paiche criados en cautiverio.

Tipo de dieta	Longitud de las vellosidades del duodeno (μ)
Pez forraje	310,29 $\pm$ 42,654
Ración balanceada	457,50 $\pm$ 48,202

4.1.4. Yeyuno.

En la figura 8 observamos las capas que conforman el yeyuno de juvenil de paiche, como la mucosa, submucosa, capa muscular y la serosa.

Figura 9. Corte transversal del yeyuno (10x). A: Alimentados con pez forraje. B: alimentados con dieta balanceada. Mucosa (Muc). Células caliciformes (CC). Lamina propia (LP). Muscular de la Mucosa (MM). Submucosa (SubM). Muscular propia (MP). Serosa (S).



En el cuadro 5 se presenta los resultados de la altura de las vellosidades del yeyuno para los dos grupos experimentales (pez forraje y ración balanceada). No se encontró diferencia significativa ($P>0,05$).

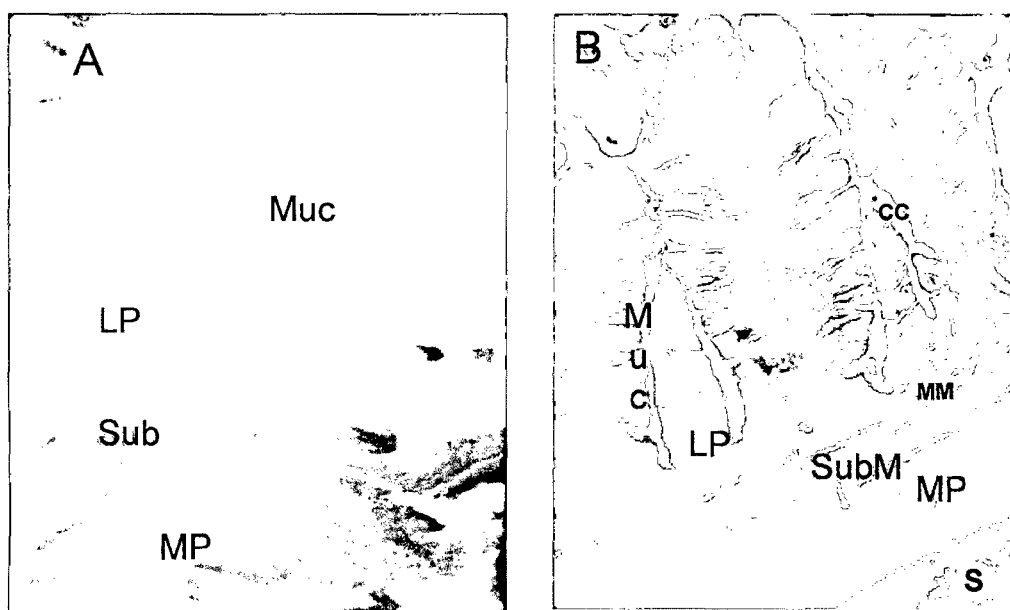
Cuadro 5. Altura de las vellosidades del yeyuno de los juveniles de paiche criados en cautiverio

Tipo de dieta	Longitud de las vellosidades del yeyuno (μ)
Pez forraje	562,143 $\pm$ 183,81
Ración balanceada	540,80 $\pm$ 31,502

4.1.5. Íleon. En la figura 10 observamos mediante un corte transversal, la mucosa, conformada por las vellosidades ramificadas y en forma intercalada células epiteliales en forma de copa denominadas células caliciformes las que se encuentran en menor cantidad que en las demás estructuras del intestino, la lamina propia se encuentra entre la parte media de todas las vellosidades y es la que contiene las glándulas intestinales o criptas de Lieberkühn. La submucosa constituida por el tejido conjuntivo. Presenta una capa muscular conformada por un tejido liso en forma longitudinal, envueltas por una capa serosa conformada por tejido conectivo.

Figura 10. Corte transversal del íleon (10x) A: Alimentados con pez forraje.

B: alimentados con dieta balanceada; células caliciformes (CC) muscular de la Mucosa (MM); submucosa (SubM); muscular propia (MP); serosa (S).



En el cuadro 6 se presenta los resultados de la altura de las vellosidades del yeyuno para los dos grupos experimentales (pez forraje y ración balanceada). No se encontró diferencia significativa ($P>0.05$).

Cuadro 6. Altura de las vellosidades del Ileon de juveniles de paiche alimentados criados en cautiverio

Tipo de dieta	Longitud de las vellosidades del Ileon (μ)
Pez forraje	749,356 $\pm$ 203,25
Ración balanceada	534,593 $\pm$ 50,386

V. DISCUSIÓN.

En base a los resultados se puede indicar que el tubo digestivo posee características similares a los peces clasificados dentro de los vertebrados superiores. Sin embargo, morfológica y fisiológicamente presentan sus particularidades; ya que viven en un medio acuático que determina ciertas especializaciones que faltan en los animales terrestres (ROBERTS, 1989).

Histológicamente las cuatro capas: mucosa, submucosa, capa muscular y la serosa, que conforman el tubo digestivo de los alevinos de paiche fueron descritas para otros peces tal como refiere ATENCIO *et al.* (2008); sin embargo en el patrón histológico de la *Gambusia puncticulata* se observaron al microscopio capas: mucosa, y capa muscular externa (RODRÍGUEZ *et al.*, 2003). Estos estudios demuestran la conformación variable del sistema digestivo de los peces según el régimen alimentario de cada especie, como lo reportado por TAKASHIMA e HIBIYA, (1995) que reportan que la estructura del tubo digestivo cambia considerablemente a lo largo del mismo y que grandes diferencias son encontradas entre especies.

En el esófago de los juveniles de paiche se encuentran pliegues longitudinales con bordes redondeados que se proyectan hacia la luz del

órgano separado unos de otros por surcos, tal como lo describe también ATENCIO *et al.*, (2008).

Referente a las células mucosecretoras, estas se encuentran en todo lo largo del epitelio esofágico pero en mayor proporción en la región craneal ya que estas secreciones mucosas de estas células permiten el paso del alimento con mayor facilidad, como lo menciona también ATENCIO *et al.* (2008). En la región caudal del epitelio esofágico de los juveniles de paiche se observa células claviformes en mayor proporción estas células son las encargadas de una secreción ácida. Según BECERRA *et al.* (2005), el desenvolvimiento de las glándulas de las mucosas del esófago de peces está relacionado con su hábito alimenticio y con la naturaleza de su alimento. SOUZA *et al.*, (2001) menciona que la región cranial del esófago funciona como área de protección y la caudal está envuelta con la selección iónica y absorción de alimentos.

La región cárdica del estomago posee una mucosa bien desenvuelta con numerosas fositas gástricas y glándulas intestinales ubicadas en la lamina propia, glándulas que no se encontraron en la región pilórica tal como lo mencionaron FUGI e HAHN (1991). En esta región hay ausencia de la muscular de la mucosa como lo mencionado por BECERRA (2005), y glándulas intestinales se asume que el trabajo de esta región es mecánico de trituración y traspaso del alimento hacia el órgano posterior.

Presenta un intestino corto y grueso propio de peces carnívoros, (KAPOOR *et al.* 1975). Histológicamente en todo el largo del intestino la mucosa esta conformada por vellosidades ramificadas y bien desarrolladas, estas retardan el paso del alimento y aumentan el área de absorción de nutrientes (ATENCIO *et al.* 2008). El tamaño de las vellosidades es de menor tamaño en la región anterior y mayor tamaño en la región posterior siendo el aumento de la misma forma la cantidad de células caliciformes, las cuales producen una intensa lubricación. GALLEGO y RUS (1987) afirman que la región con pliegues más complejos estarían mas envueltas con los procesos absortitos dado al aumento del área efectiva para la absorción.

VI. CONCLUSIÓN

El efecto de los dos tipos de alimentación (alimento balanceado Vs. Pez forraje) en el sistema digestivo de los juveniles de paiche (*Arapaima gigas*) influencia en las características histológicas.

VII. RECOMENDACIONES

- Continuar con las investigaciones con otros niveles de proteína en el alimento.
- Realizar investigaciones utilizando otras técnicas histológicas con mayor tecnología para mayor capacidad de resolución y poder determinar conjuntamente las enzimas predominantes en los diferentes órganos digestivos.

VIII. ABSTRACT

The research was conducted from July 26 to November 8, 2007, in the laboratory of Animal Health, Faculty of Animal Husbandry of the National Agrarian University of the jungle, in Tingo Maria city, Department of Huánuco - Peru and the histological study was carried out in the Laboratory of Histology, in the Faculty of Biology, of the National University of San Marcos - Lima – Peru; where was used the digestive of three paiches (*Arapaima gigas*). The sample comprised of the digestive system from the esophagus oral to the aboral part of the ileum, then the organs were separated into individual parts of which samples of esophagus, stomach (cardial region and pyloric region), duodenum, jejunum and ileum. The histological procedure was to cut 6 μ m and stained with hematoxylin-eosin method. Histological results indicate that there are changes at the level of whole fish digestive structure under the two diets. Concluding that the paiche (*Arapaima gigas*) has a short carnivore, own digestive system of fish food habit, The esophagus of the fish from both treatments do not differ in their structure, consisting of four layers, mucosa, submucosa, muscularis and serous, but as to the depths of the longitudinal folds The stomach of the fish-shaped like a letter j

flipped and have 3 distinct regions, cardial, pyloric and fundic, differentiating the cardial region by having as many glands and pits the pyloric region has a mucosa smaller and more developed muscle layer; it was observed that fish fed with forage fish have greater development of both the mucosa and the muscle layer. The intestines are short thick walls of which are composed of 4 layers: mucosa, submucosa, muscle and serosa. The mucosa is from low to high thickness to the ileum, contrary thing is observed with the muscle layer. The size of the intestinal villi of the fish at the level of the duodenum, presents difference due to work according to type of food. As we conclude that the effect of the two diets in the digestive system of juvenile paiche (*Arapaima gigas*) influence on the histological features.

Keywords: Paiche (*Arapaima gigas*), histology, mucosa and submucosa, muscular, serous, intestinal villi.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- AJMALE, A., GATTI, J. 2007. Introducción a las técnicas histológicas, Universidad Nacional del Sur, Módulos – técnicas histológicas.
- ATENCIO, J., HERNÁNDEZ, J., PARDO C. 2008. Descripción morfológica del tubo digestivo de juveniles de rubio *salminus affinis* (pisces: characidae). Universidad Nacional de Colombia. Acta biol. Colombia., Vol. 13 No. 3, 2008 99 – 112.
- BECERRA, N., BEZERRA, H., DANTAS, M. 2005. Histología do sistema digestório de sagüiru, *steindachnerina notonota* (miranda ribeiro, 1937) (pisces, curimatidae), do rio ceará mirim, rio grande do norte, brasil. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 31(1): 1 - 8, 2005.
- BERTIN, L. Ecologie en Grassé, 1958. Traité de zoologie, tomo XIII, fasc. 3: Agnates et poissons, Masson. París,:1884-933.
- CRESCENCIO, R. 2001. Treinamento alimentar de alevinos de pirarucú, *Arapaima gigas* (Cuvier 1829), utilizando atrativos alimentares.

Disertação de Maestrado. Instituto de Pesquisas da Amazonía. Manaus-Brasil.

FUGI, R., HAHN, S. 1991. Espectro alimentar e relações morfológicas com o aparelho digestivo de três espécies de peixes comedores de fundo do rio Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Biol.*, 51:873-879.

GALLEGO, G., RUS, S. 1987. Absorción intestinal en peces. In: ESPINOSA DE LOS MONTEROS, J., LABARTA, U. (Eds.). *Nutrición en acuicultura*, Madrid: Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura. p.123-171..

HIDALGO, F., ALLIOT, E. 1987. La digestión en los peces. In: ESPINOSA DE LOS MONTEROS, J., LABARTA, U. (Eds.). *Nutrición en acuicultura I*. Madrid: Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura. p.85-107.

IMBIRIBA, J. LOURENCIO, L. MOURA y L. BRANDAO, 1996. Criação de pirarucú. Coleção Criar. Brasília, Brasil. N° 26,4 p.

IMBIRIBA, EMIR PALMEIRA. 1994. Reproducao, larva e alevinagem do Pirarucu (*Arapaima gigas*). Recomendacoes N° 26. Belem-Brasil. 4 p.

- KAPOOR, G., SMIT, H., VERGHINA, A. 1975. The alimentary canal and digestion in fish. *Advances in Marine Biology*, 13:109-239.
- KHANNA S., MEHROTRA, B. 1971. Morphology and histology of the Teleostean intestine. *Anat. Anz. Bd.*, 129:1-18.
- LUDOVICO L, RODRIGUES C, LESQUEVES DE CASTRO R. 1998. Histología comparada. Revisada e ampliada. São Paulo (Bra);.
- MENIN, E., MIMURA, M. 1992. Anatomia funcional da cavidade bucofaringeana de *Prochilodus marggravii* (Wallbaum, 1792) e *Prochilodus affinis* Reinhardt, 1874 (Characiformes, Prochilodontidae). *Revista Ceres*, 39:506-527.
- ROBERTS, R. 1989. Fish pathology. London , Bailliene Tindall , 65 p.
- RODRÍGUEZ, J., GONZÁLEZ, E., HERNÁNDEZ, N., CAPÓ, V., GARCÍA, I. 2003. Comparación morfológica e histológica del tubo digestivo de *Gambusia puncticulata* y *Girardinus metallicus* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae), peces utilizados en el control biológico de mosquitos. Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kouri". *Rev Cubana Med Trop* v.56 n.1 Ciudad de la Habana.

- SOUZA, N. de; MENIN, E.; DONZELE, L.; FONSECA, CC. 2001. Corpúsculos gustativos na cavidade bucofaringia em alevinos de surubim relacionados com a sua capacidade para selecionar o alimento. In: RENIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38.
- TAKASHIMA, F., HIBIYA, T. 1995. An atlas of fish histology normal and pathological features. 2 ed. Tokio (Jap): Kondansha;
- TEXEIRA, S. (2000), Anatomia Funcional e Morfometria dos Intestinos e dos Cecos Pilóricos do Teleostei (Pisces) de Água Doce *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849). Rev. bras. zootec., 29(2):313-324.
- WEDLER, E. (1998). Introducción en la acuicultura con énfasis en los neotropicos. Ed. Litoflash. Santa Marta. 388pp.

X. ANEXO

Cuadro 7. Características de los juveniles de paiche (*arapaima gigas*) después del beneficio.

	PF1	PF2	PF3	DB1	DB2	DB3
Sexo	Hembra	Hembra	Hembra	Hembra	Hembra	Macho
Peso (gr)	1200	1300	1700	700	700	700
Talla (cm)	53	53.5	59	49	47	48
Aparat. Diges. (cr	75	91	91	81	81	71
Intestinos (cm)	65	78	74	65	64	60

Cuadro 8. Promedio de Profundidad de surcos esofágicos y tamaño de vellosidades intestinales en micras (μ) de los alevinos de paiche (*Arapaima gigas*) alimentados con pez forraje (PF) y ración balanceada (DB), criados en cautiverio.

Órganos	PF1	PF2	PF3	DB1	DB2	DB3
Esófago	419	424,6	430,6	230,3	189,7	201,9
Estomago 1	312,55	295,57	287,07	244,61	297,27	293,87
Estomago 2	545,27	523,19	468,83	256,50	388,99	379,16
Duodeno	264,31	317,99	348,57	419,23	441,65	511,64
Yeyuno	481,06	432,82	772,55	551,05	505,52	566,00
Ileon	586,04	685,05	976,98	592,59	509,60	501,59

Unidad de medida micras (μ)

Cuadro 9. Comparación de medias de las profundidades esofágicas, y vellosidades intestinales de los juveniles de paiche (*Arapaima gigas*) alimentados con pez forraje (PF) y ración balanceada (DB), criados en cautiverio.

	TIPO DE DIETA		VALOR DE P	SIGNIFICANCIA
	Pez forraje	Dieta balanceada		
PE	424,6 ± 5,801	201,9 ± 20,832	0,0001	*
VEF	298,396 ± 12,973	278,583 ± 29,471	0,346	NS
VEP	512,43 ± 39,340	341,55 ± 73,819	0,0240	*
VD	310,29 ± 42,654	457,50 ± 48,202	0,0167	*
VY	562,143 ± 183,81	540,80 ± 31,502	0,8529	NS
VI	749,356 ± 203,25	534,593 ± 50,386	0,1503	NS

Profundidad esofágica (PE). Tamaño de vellosidad: Estomago región fundica (VEF). Estomago región pilorica (VEP). Duodeno (VD). Yeyuno (VY). Ileón (VI). Significancia P<0,05.