

MINISTERIO DE EDUCACION DE LA NACION
SUBSECRETARIA DE CULTURA

REVISTA

Dr. HUGO L. LOPEZ

DEL

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION DE LAS CIENCIAS NATURALES

ANEXO AL

MUSEO ARGENTINO DE CIENCIAS NATURALES « BERNARDINO RIVADAVIA »

DIRECTOR GENERAL : PROF. DR. AGUSTIN EDUARDO RIGGI

Ciencias Zoológicas

Tomo I, n° 6

ADAPTACIONES DEL APARATO DIGESTIVO AL REGIMEN ALIMENTICIO EN ALGUNOS PECES DEL RIO URUGUAY Y DEL RIO DE LA PLATA

I. TIPO OMNIVORO E ILIOFAGO EN REPRESENTANTES
DE LAS FAMILIAS «LORICARIIDAE» Y «ANOSTOMIDAE»

POR

VICTOR ANGELESCU Y FRANCISCO S. GNERI

BUENOS AIRES

IMPRENTA Y CASA EDITORA « CONI »

684, PERÚ, 684

1949

MINISTERIO DE EDUCACION DE LA NACION
SUBSECRETARIA DE CULTURA

REVISTA

DEL

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION DE LAS CIENCIAS NATURALES

ANEXO AL

MUSEO ARGENTINO DE CIENCIAS NATURALES «BERNARDINO RIVADAVIA»

DIRECTOR GENERAL: PROF. DR. AGUSTIN EDUARDO RIGGI

Ciencias Zoológicas

Tomo I, nº 6

ADAPTACIONES DEL APARATO DIGESTIVO AL RÉGIMEN ALIMENTICIO
EN ALGUNOS PECES DEL RÍO URUGUAY Y DEL RÍO DE LA PLATA

I. TIPO OMNÍVORO E ILIÓFAGO EN REPRESENTANTES
DE LAS FAMILIAS «LORICARIIDAE» Y «ANOSTOMIDAE»

POR VICTOR ANGELESCU Y FRANCISCO S. GNERI¹

SUMARIO

Introducción	162
I. Procedencia del material de estudio y técnica de las investigaciones..	164
II. Relaciones entre el régimen alimenticio y los caracteres anatómicos del aparato digestivo en los peces.....	171
1. Antecedentes bibliográficos.....	171
2. Adaptaciones y modificaciones dependientes del régimen alimenticio.....	177
III. Los regímenes alimenticios omnívoro e iliófago: caracterización general y terminología utilizada.....	181
IV. El régimen alimenticio y sus relaciones con el aparato digestivo en peces de la familia <i>Loricariidae</i>	186
1. Tipo omnívoro en <i>Loricaria vetula</i> Val. y <i>Loricaria anus</i> (Cuv. y Val.).....	186
2. Tipo iliófago en <i>Plecostomus plecostomus</i> L., <i>P. commersoni</i> (Val.) y <i>P. punctatus</i> (Cuv. y Val.).....	201
V. El régimen alimenticio y sus relaciones con el aparato digestivo en peces de la familia <i>Anostomidae</i>	214
1. Tipo iliófago en <i>Prochilodus lineatus</i> (Val.).....	214

¹ Doctor en Ciencias Agronómicas y Profesor en Ciencias Biológicas respectivamente, de la Sección Ictiología del Museo Argentino de Ciencias Naturales «Bernardino Rivadavia».

VI. La inanición y su repercusión en la morfología somática y la del aparato digestivo en <i>Prochilodus lineatus</i>	232
VII. Discusión comparativa sobre los regímenes omnívoro e iliófago, y las adaptaciones respectivas en las especies estudiadas de <i>Loricaria</i> , <i>Plecostomus</i> y <i>Prochilodus</i>	239
VIII. Conclusiones generales.....	251
Resumen en inglés.....	260
Bibliografía.....	265

INTRODUCCIÓN

Desde el mes de octubre de 1948 y durante todo el año 1949 un equipo de la Sección Ictiología del *Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales anexo al Museo Argentino de Ciencias Naturales « Bernardino Rivadavia »*, realizó investigaciones biológicas sobre la fauna íctica del Río de la Plata. El trabajo preliminar se concentró en la reunión de datos, especialmente en base de observaciones biológicas, biométricas y anatómicas, sobre las especies de peces retenidos en las jaulas de los decantadores del Establecimiento Palermo (Buenos Aires), de las Aguas Corrientes (Obras Sanitarias de la Nación).

Las investigaciones conjuntas del equipo, cuyo fin principal es realizar una contribución monográfica al conocimiento de la biología, distribución y frecuencia de las especies más comunes de la fauna íctica del Río de la Plata, fueron complementadas con estudios parasitológicos. Los primeros resultados en este último aspecto serán presentados en un trabajo próximo a aparecer en la *Revista de Zoología del Museo*¹.

En el programa de dichas investigaciones, uno de los objetivos era el estudio del aparato digestivo de los peces, el conocimiento del contenido gastro-intestinal en individuos juveniles y adultos, y las relaciones entre la nutrición y el ambiente durante las diversas estaciones del año.

Este trabajo presenta los primeros resultados de las investigaciones sobre la nutrición natural de los peces del Río de la Plata, y se refiere especialmente a las relaciones entre los tipos de regímenes alimenticios omnívoro e iliófago y los caracteres del aparato digestivo con las correspondientes adaptaciones, en algunas especies pertenecientes a las familias *Loricariidae* y *Anostomidae*.

Para alcanzar ese objetivo, fué necesario adoptar un plan unitario de trabajo, basado en estudios biológicos y morfométricos, anatómicos-comparativos y consideraciones ecológicas. Dada la vastedad de los

¹ SZIDAT, ANGELESCU y SICCARDI (86).

múltiples problemas que se presentaron, se limitó el presente trabajo a los siguientes puntos :

- 1° Determinación del tipo de régimen alimenticio en base de análisis del contenido gastro-intestinal.
- 2° Descripción anatómica de los órganos del aparato digestivo, complementada por exámenes histológicos.
- 3° Caracterización de las adaptaciones correspondientes al régimen alimenticio y establecimiento de las relaciones morfométricas.
- 4° Discusión comparativa general de los resultados obtenidos para todas las especies estudiadas, teniendo en cuenta la relación entre el tipo de régimen alimenticio, los datos morfométricos, el habitat de la nutrición y las adaptaciones correspondientes.

Para lograr el fin propuesto, fueron elegidas las especies de la fauna íctica sudamericana de agua dulce que presentan hábitos y regímenes alimenticios característicos. Se investigó, material de diversas procedencias para permitir un cuadro más amplio en el estudio comparativo y ecológico, siguiendo un criterio que se expone a continuación :

1° Especies de la familia *Loricariidae*¹ con regímenes alimenticios diferentes :

- a) régimen alimenticio omnívoro, *Loricaria anus* y *L. vetula* ;
- b) régimen alimenticio iliófago, *Plecostomus commersoni*, *P. plecostomus* y *P. punctatus*.

2° Especies de distintas familias con idéntico régimen alimenticio (iliófago) :

- a) familia *Locariidae*, género *Plecostomus*.
- b) familia *Anostomidae*, género *Prochilodus*².

Además se presentó la oportunidad de estudiar en la especie *Prochilodus lineatus* el estado de inanición o de hambre, sobre ejemplares confinados en el Acuario del Museo y otros procedentes del ambiente natural, lo que permitió obtener un mejor conocimiento de la influencia de la desnutrición en el organismo de los peces.

El presente trabajo fué realizado en la Sección Ictiología del Museo, con excepción de la determinación de las algas del contenido gastro-

¹ Conocidas con el nombre vernáculo de « viejas ».

² Nombre vernáculo : « sábalo ».

intestinal que fué efectuada en el laboratorio de Algología del Departamento de Botánica.

Aprovechamos esta oportunidad para expresar nuestro agradecimiento a los señores profesor doctor Agustín Eduardo Riggi, Director General del Museo y doctor Rogelio B. López, Jefe de la Sección Ictiología, por el interés y ayuda que prestaron en la realización de este trabajo; al señor ingeniero Belisario Carrillo, Administrador General del Establecimiento Palermo de las Obras Sanitarias de la Nación, por su gentileza y el apoyo especial que nos brindó para obtener el material íctico.

También manifestamos nuestro agradecimiento al señor profesor Alberto Nani por su valiosa contribución en la determinación sistemática de las especies estudiadas, y a los señores doctor Zaharia Popovici y doctor Miguel F. Soria por sus indicaciones generales, verdaderas guías de orientación en las investigaciones realizadas.

Al mismo tiempo agradecemos a los señores doctor Sebastián A. Guarrera, por su amabilidad y ayuda en la determinación de algunos géneros de diatomeas; al doctor Jorge A. de Carlo, por su contribución a la interpretación de los preparados histológicos; al doctor Lothar Szidat por sus valiosas indicaciones de técnica histológica y la determinación de los parásitos encontrados; y al señor Axel Bachmann, estudiante de la Universidad de Buenos Aires por el aporte de parte del material de estudio.

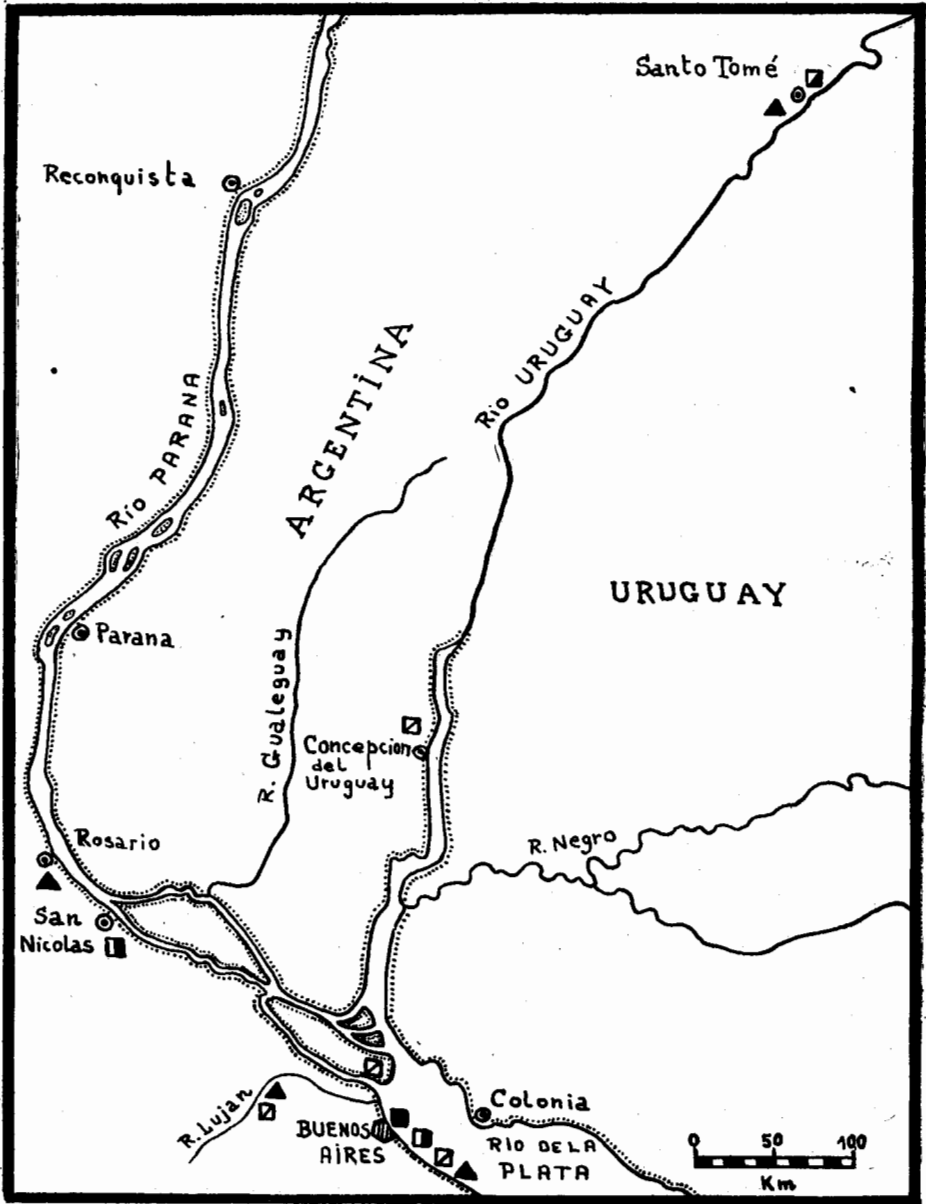
Por último, a los señores Pablo G. Haedo y José Esteban Caride, del laboratorio fotográfico del Museo, por su diligencia y la competencia en la ejecución de las fotografías.

I

PROCEDENCIA DEL MATERIAL DE ESTUDIO Y TÉCNICA DE LAS INVESTIGACIONES

1. *Localidades de procedencia de los peces, número de especies y ejemplares estudiados*

El material que sirvió para la realización del presente trabajo, proviene en su gran mayoría del Río Uruguay y del Río de la Plata (ver fig. 1); fué estudiado también un número reducido de peces de otras procedencias (ver cuadro pág. 166).



- Loricaria anus*
 L. vetula
 Plecostomus plecostomus
 P. commersoni
 Prochilodus lineatus

Fig. 1. — Croquis geográfico con las localidades de procedencia de las especies estudiadas

A. — Del sistema del Río Uruguay se estudiaron tres lotes de distintas especies y procedencias: uno de *Prochilodus lineatus* de Santo Tomé, otro de *Plecostomus plecostomus* del arroyo Itacuí¹, y el tercero de *Loricaria anus* de Concepción del Uruguay².

Especie	Río Uruguay			Río de la Plata				Acuario del Museo	Otras localidades	Total
	Santo Tomé	Arroyo Itacuí	Concepción del Uruguay	O. S. N. Buenos Aires	Isla Martín García	Costa Buenos Aires-Atalaya	Río Luján			
1. <i>Loricaria anus</i>	—	—	23	5	—	2	4	—	1	35
2. <i>Loricaria vetula</i>	—	—	—	24	—	—	—	—	1	25
3. <i>Plecostomus plecostomus</i>	—	13	—	—	—	—	—	—	—	13
4. <i>Plecostomus commersoni</i>	—	—	—	14	4	7	—	—	—	25
5. <i>Plecostomus punctatus</i>	—	—	—	3	—	—	—	—	—	3
6. <i>Plecostomus borellii</i>	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2
7. <i>Rhinelepis aspera</i>	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
8. <i>Prochilodus lineatus</i>	32	—	—	30	—	3	27	11	1	104
Total	32	15	23	77	4	12	31	11	3	208

El Río Uruguay a la latitud de Santo Tomé (altitud sobre el nivel del mar 73 m, zona subtropical), corresponde al curso superior. Presenta los caracteres fisiográficos del biotopo lótico con un fondo inestable, pedregoso y arenoso; en algunos lugares con sedimentos de color rojizo (ferruginosos). El ancho del cauce permanente varía entre 800 a 1500 metros y la profundidad del agua entre 1 y 3 metros. La corriente es de movimiento rápido y el agua de una turbiedad reducida. En bajante, emergen playas arenosas y bancos de rodados.

Los ejemplares de *Prochilodus* alcanzan una talla grande (hasta 60 cm), pueblan la región litoral y se encuentran también en los esteros vecinos al río Uruguay.

El arroyo Itacuí, de 6 kilómetros, afluente derecho del río Uruguay en la zona de Santo Tomé, es de profundidad variable: de 20 cm a 2 metros. En su curso inferior presenta un fondo inestable, pedregoso y arenoso; en la desembocadura es completamente fangoso, con un ancho entre 4-5 metros y la vegetación acuática está bien desarrollada, especialmente en la región de las orillas.

¹ Comisión del Museo Argentino de Ciencias Naturales integrada por el profesor ALBERTO NANI y el señor ATILIO TENCA (julio de 1947).

² Comisión del Museo Argentino de Ciencias Naturales integrada por los profesores ELVIRA SICCARDI, ALBERTO NANI y FRANCISCO GNERI (diciembre de 1947).

El río Uruguay, a la latitud de Concepción del Uruguay, corresponde al límite entre el curso medio e inferior (altitud sobre el nivel del mar 15 m, zona templada) y en esta región presenta los caracteres de las aguas corrientes de llanura. El ancho del río es de 3.000 metros aproximadamente y su profundidad varía entre 3 y 5 metros. El fondo es arenoso, con predominancia de fango en ciertos lugares; la vegetación acuática es más desarrollada en la desembocadura de los afluentes. La turbiedad del agua es grande, con abundante arcilla coloidal en suspensión. En esta región, el río presenta un cauce inundable muy extenso, con brazos, arroyos afluentes e islas. Estos caracteres de biotopo lenítico son reemplazados en el cauce propiamente dicho (*talweg*), por los del biotopo lótico.

Loricaria anus abunda en la región litoral entre los bancos de arena y la orilla del río, donde el fondo se presenta arenoso-fangoso y la corriente de agua es más reducida.

B. — Las especies del Río de la Plata estudiadas, provienen en su mayoría de las jaulas de retención de los decantadores de Obras Sanitarias de la Nación, Establecimiento Palermo. Estas son: *Prochilodus lineatus*, *Loricaria vetula*, *Loricaria anus*, *Plecostomus commersoni* y *Plecostomus punctatus*.

Además unos pocos ejemplares provenientes de Vicente López, Punta Lara, Atalaya e isla Martín García; y un lote importante de *Prochilodus lineatus* del Río Luján, curso medio.

El Río de la Plata, frente a Buenos Aires y la región costera comprendida entre Buenos Aires, Punta Lara y Atalaya, presenta en general los mismos caracteres, que corresponden « grosso modo » al biotopo lenítico. Las características más salientes en esta región son: la naturaleza del fondo, en el cual predomina una capa de fango desarrollada, con arena y arcilla, rica en sedimentos orgánicos, del tipo « *tongyttja* » en el sentido de Lundqvist (21); y la turbiedad del agua bien manifiesta, debido a cantidades variables de arcilla coloidal en suspensión.

♦ El Río Luján, afluente derecho del Río de la Plata, presenta en su curso medio (frente a la localidad de Pilar) los caracteres fisiográficos de un río de llanura con una sucesiva alternancia del biotopo lótico y lenítico. La profundidad del agua y su ancho son muy variables en esta zona; el fondo, en parte duro (tosca) y en parte con una capa de fango reducida, presenta un relieve muy irregular. La flora fanerogámica se encuentra limitada a la región de las orillas; en el fondo propiamente dicho, en especial sobre los lugares pedregosos, la flora dominante está constituida por algas filamentosas que forman en ciertas porciones del curso capas bien desarrolladas.

Prochilodus puebla todo el curso del río, preferentemente en las regiones de aguas tranquilas con fondo fangoso. En razón del poco desarrollo de la capa fangosa en esta parte del río, las condiciones de nutrición parecen precarias, por lo menos en la época de invierno.

Además, fueron investigados algunos ejemplares de *Prochilodus lineatus* del acuario del Museo, provenientes de los arroyos del camino a La Plata, los cuales después de 10 meses de cautividad sin su alimento específico, presentaron caracteres típicos de formas de inanición.

El material proveniente del Río de la Plata y Río Luján fué estudiado en estado fresco; en cambio, el del Río Uruguay (Santo Tomé y Concepción del Uruguay) lo fué en estado de conservación en formol o alcohol.

2. Técnica de las investigaciones

A. *Estudios biométricos y anatómicos.* — Consistieron en obtener los datos biométricos principales para cada ejemplar y especie: peso total (P_1); largo total (L_1); largo standard (L_s); cabeza (LC); altura del cuerpo (AC). La longitud anteroposterior de la cavidad general (Lcg) que en los *Loricariidae* se midió sobre la línea media ventral, desde el borde posterior de la cintura torácica al ano; en *Prochilodus*, desde el borde posterior del opérculo hasta el ano. L_1 , L_s , Leg y P_1 fueron consignados en tablas morfométricas y ordenados de acuerdo a los valores crecientes del largo standard.

Cada ejemplar fué posteriormente disecado con el objeto de estudiar la configuración de la cavidad general y ubicación de los órganos del aparato digestivo. Seguidamente, mediante un corte total del esófago y otro al recto y luego de separar los ligamentos mesentéricos, se extrajeron en cada caso las vísceras del aparato digestivo.

Con estos órganos se realizaron las siguientes mediciones: peso total del conducto gastro-intestinal y glándulas anexas (Pd); peso del hígado; peso del estómago; peso de la cámara pilórica con los apéndices (*Prochilodus*); peso del intestino en repleción o vacío; longitud total del conducto gastro-intestinal, que comprende al esófago en la cavidad general, estómago e intestino, totalmente extendidos (Ltgi); longitudes aisladas del estómago y del intestino. De todos estos últimos datos, los consignados en las tablas morfométricas (págs. 255-259) fueron Pd y Ltgi, para establecer las relaciones correspondientes.

Luego, a efectos del estudio del relieve de la mucosa al binocular, fué abierto longitudinalmente el conducto gastrointestinal y, en el caso particular del intestino, fueron cortados segmentos de 100 milímetros hasta el ano y cada uno estudiado aisladamente.

Durante la reunión de estos datos, fué determinado el sexo de los individuos, la relación entre el tamaño de los órganos sexuales y su topografía en la cavidad general comparada con los órganos digestivos. En *Prochilodus* fué establecida la edad de los individuos mediante estudios lepidológicos.

La cavidad buco-faríngea fué observada minuciosamente mediante cortes sagitales de la cabeza y transverso-horizontales de la misma a nivel de la comisura bucal, para estudiar su configuración, repartición de los dientes labiales y faríngeos, y estructura del aparato filtrador branquial.

En cada una de las especies estudiadas se tomaron trozos de los órganos del conducto gastro-intestinal y glándulas anexas a efectos de obtener preparados histológicos. La técnica utilizada fué la siguiente: fijación en líquido de Bouin o en formol al 10 % en el primer caso para coloración con hematoxilina-eosina, en el segundo para coloración con el procedimiento de Gallegos. Siguiendo indicaciones del doctor Szidat¹, se procedió a la fijación en líquido de Bouin durante un tiempo breve de noventa minutos, con muy buenos resultados.

B. *Examen del contenido gastro-intestinal.* — En cada ejemplar de las especies estudiadas, se efectuó un examen cualitativo para todas, y uno cuantitativo numérico solamente para *Loricaria*, del contenido gastro-intestinal en diversas épocas del año y sobre individuos juveniles y adultos.

Para *Loricaria vetula* y *Loricaria anus* el contenido fué estudiado totalmente en la longitud del conducto gastro-intestinal, determinándose cuantitativamente la proporción entre el fango y los organismos. Las larvas de *Chironomidae*, los moluscos y los crustáceos bentónicos fueron contados para cada ejemplar a los efectos de establecer su frecuencia como componentes nutritivos. Además, se investigó al microscopio el fango para determinar las diatomeas contenidas.

El estudio del contenido de los ejemplares de *Plecostomus* y *Prochilodus* se realizó con la misma técnica, en razón de poseer un mismo régimen alimenticio. La masa de fango del estómago se investigó aisladamente de la del intestino, primeramente al binocular, luego al microscopio. Se estudió, de diversas porciones del intestino, el aspecto general de los componentes (partículas de cuarzo, arcilla y detritus orgánico, restos de plantas, insectos y microcrustáceos). Luego se determinaron las diatomeas contenidas.

Los resultados del examen del contenido gastro-intestinal relaciona-

¹ Parasitólogo del Museo Argentino de Ciencias Naturales « B. Rivadavia ».

los con los caracteres anatómicos del aparato digestivo, como así también con las condiciones ecológicas, sirvieron de base para establecer el tipo de régimen alimenticio de cada especie estudiada.

C. *Relaciones morfométricas.* — Para expresar matemáticamente los datos numéricos obtenidos y su relación con las adaptaciones correspondientes, se utilizaron los valores de dos coeficientes :

- a) el *coeficiente intestinal* (R_I) que representa la relación entre el largo total del conducto gastro-intestinal y el largo standard ;
- b) el *coeficiente celómico* (R_{II}) que expresa la relación entre la longitud anteroposterior de la cavidad general y el largo standard.

Ambos coeficientes son expresiones morfométricas que permiten establecer las variaciones individuales y específicas relacionadas con el régimen alimenticio, la edad y grado de desarrollo del cuerpo.

Además, fueron establecidas las siguientes relaciones de peso o gravimétricas, entre :

- a) el peso de las vísceras digestivas (conducto-gastro intestinal y glándulas anexas), con el peso total del cuerpo (R_{III}), expresado en cifras porcentuales. Los valores obtenidos no representan una expresión matemática absoluta en razón de las variaciones cuantitativas del contenido gastro intestinal, según el estado de repleción ;
- b) el peso del hígado y el peso de las vísceras digestivas ;
- c) el peso del hígado y el peso total del cuerpo ;
- d) el peso de la cámara pilórica con sus apéndices (*Prochilodus*) y el peso de las vísceras digestivas ;
- e) el peso de la cámara pilórica con sus apéndices y el peso total del cuerpo.

De todas estas relaciones, solamente los valores de R_I , R_{II} y R_{III} fueron consignados en las tablas morfométricas. El resto de los valores fueron utilizados a los efectos de determinar las relaciones gravimétricas entre los órganos del aparato digestivo en la cavidad general, comparados entre sí y con respecto al peso total del cuerpo, para cada una de las especies estudiadas.

Además, en el estudio de la forma de inanición de *Prochilodus*, se utilizó la fórmula de Larsen para obtener una expresión matemática del grado de crecimiento y estado de nutrición (ver más adelante capítulo VI, pág. 232).

II

RELACIONES ENTRE EL RÉGIMEN ALIMENTICIO Y LOS CARACTERES ANATÓMICOS DEL APARATO DIGESTIVO EN LOS PECES

1. *Antecedentes bibliográficos*

Entre las condiciones ambientales, el organismo animal y el régimen alimenticio, existen estrechas correlaciones.

Estas fueron objeto de numerosas investigaciones emprendidas desde puntos de vista anátomo-fisiológicos, bioecológicos y económicos, y se desarrollaron especialmente a partir de la segunda mitad del siglo XIX, llevando a un mejor conocimiento de las relaciones entre la nutrición y el organismo animal, obteniéndose como consecuencia importantes conclusiones de aplicación en Anatomía comparada, Biología general y Zootecnia racional.

En general fué estudiada la influencia de la calidad de los alimentos sobre el desarrollo del cuerpo, ritmo de crecimiento, estructura anatómica del aparato digestivo y longitud del conducto intestinal, como así también las adaptaciones y modificaciones correspondientes al régimen alimenticio.

Los estudios experimentales contribuyeron a aclarar las relaciones de interdependencia entre el régimen alimenticio y el organismo, poniendo de manifiesto el grado de adaptación del organismo a las condiciones de la nutrición; comprobándose que la calidad de los alimentos ejerce una influencia directa en la estructura y longitud del conducto gastrointestinal y otra indirecta en la forma y ritmo de crecimiento del cuerpo (Adametz, 1 : 130-140).

Las relaciones entre el régimen alimenticio y los caracteres del aparato digestivo fueron estudiadas en diversos grupos zoológicos tales como Insectos (fitófagos y carnívoros), Vermes (Hirudíneos), Moluscos (Gasterópodos), Peces, Batracios (Anuros), Aves (granívoras y carnívoras) y Mamíferos (hervíboros, carnívoros y omnívoros).

Existen al respecto numerosas contribuciones realizadas en base de observaciones en el ambiente natural y experimentaciones, de las cuales teniendo en cuenta el tema del presente trabajo, sólo se exponen los datos bibliográficos que se refieren a los peces.

Los trabajos que tratan en los peces, las relaciones entre régimen alimenticio, organismo, y aparato digestivo, fueron emprendidos principalmente desde los siguientes puntos de vista :

- a) La influencia del régimen alimenticio sobre el aparato digestivo en general ;
- b) El tipo de régimen alimenticio y su influencia sobre la longitud del intestino ;
- c) Las relaciones entre tipo de régimen alimenticio, estructura del aparato filtrador branquial, tipo de dentadura y número de apéndices pilóricos ;
- d) El desarrollo ontogenético del conducto gastro-intestinal en relación con el régimen alimenticio ;
- e) El régimen alimenticio y el ritmo de crecimiento del cuerpo ;
- f) El estado de inanición y su influencia en el conducto gastro-intestinal y desarrollo del cuerpo ;
- g) Las modificaciones del régimen alimenticio en el caso de anomalías de la cavidad bucal.

Se presentan a continuación los antecedentes bibliográficos consultados, de acuerdo al orden enunciado.

- a) Datos generales sobre las relaciones entre la nutrición y el aparato digestivo se encuentran en algunos trabajos ictiológicos. Weyenbergh (1875, 87 : 143-146) presentó datos sobre la relación entre el largo del cuerpo y el del intestino en peces de la familia *Loricariidae* (*Plecostomus*). Rowntree (1903, 84 : 53-57) describe el aparato digestivo en algunas especies fitófagas y carnívoras de peces caracínidos y dió para cada especie valores promedio del coeficiente intestinal. En algunos trabajos anátomo-fisiológicos sobre el conducto intestinal de los peces, fué tratada la relación entre la nutrición y los caracteres del relieve de la mucosa intestinal ; tal fué la contribución de Eggeling (1907, 49) para peces marinos (*Scorpaena*, *Trigla*, *Mugil*, etc.) y de agua dulce (*Cyprinus*, *Tinca*, etc.). Los resultados de estas investigaciones demuestran que para cada tipo de régimen alimenticio corresponde una estructura característica de la mucosa intestinal.
- b) También en estudios biológicos realizados sobre nutrición natural de los peces, se abordó el problema de la influencia del régimen alimenticio en la organización del aparato digestivo. Supino (1914, 58 : 319) y Bertolini (1926, 38 : 692-693), contribuyeron al conocimiento de las relaciones existentes entre la nutrición, estructura, tipo del estómago y longitud del intestino, en un gran número de especies marinas y de agua dulce. El primer autor destacó el hecho que la naturaleza del alimento ejerce una gran influencia en el desarrollo de la pared muscular de la región

pilórica del estómago, especialmente en los peces consumidores de fango. El segundo presentó además una clasificación de los peces basada en el tipo de régimen alimenticio y los caracteres anatómicos del aparato digestivo, distinguiendo 4 categorías: planctófagos; carnívoros e ictiófagos; consumidores de fango y detritus; y omnívoros (nutrición mixta). Tiffany (1921, 60:114-115) comprobó en un clupeido, *Dorosoma cepedianum*, la relación entre la naturaleza del alimento y la anatomía del conducto gastrointestinal. Este pez, consumidor de fango, presenta un estómago pilórico desarrollado y un intestino largo muy flexuoso, características que lo alejan completamente de la mayoría de los clupeidos, que son generalmente consumidores de plancton. Breder y Crawford (1922, 41:317), como también Churchil y Mitchell (1937, 45) destacan especialmente la influencia de la nutrición sobre la longitud del conducto gastrointestinal de ciertos *Cyprinidae* omnívoros («minnows»), consumidores de organismos vegetales, detritus y fango. Los primeros autores llegaron a la conclusión que las diferencias de longitud del intestino son dependientes del tipo de régimen alimenticio y de los caracteres del habitat de la nutrición. Kraatz (1923, 54:283), ocupándose de la nutrición de otro «minnow» el *Campostoma anomalum*, señaló que entre el juvenil y adulto existe una diferencia en la longitud intestinal, en razón del régimen alimenticio distinto del adulto (consumidor de fango), que determina un aumento de la misma. Ghazzawi (1933, 52) estudió en el género *Mugil*, cuyos representantes se nutren con fango y presentan adaptaciones características, la relación entre el régimen alimenticio y la estructura de la faringe, del estómago y la longitud del intestino.

Mediante investigaciones experimentales Haykes y Moravek (1933, 53:1239-41) comprobaron la influencia del tipo de régimen alimenticio sobre la longitud del conducto intestinal en cuatro especies tropicales de los géneros *Lebistes* (*Cyprinodontidae*), *Xiphophorus* (*Poeciliidae*) y *Brachydanio* (*Cyprinidae*), y sus conclusiones son semejantes a las que Babak y Yung obtuvieron para los Batracios⁴. Haykes y Moravek demostraron que en los individuos sometidos a un régimen vegetariano, la longitud del intestino aumenta considerablemente; en los sometidos a un régimen carnívoro la longitud se reduce, y los que lo fueron a un régimen omnívoro alcanzó valores intermedios. Los resultados de estos estudios experimentales pusieron en eviden-

⁴ BABAK (1903, 5) y YUNG (1905, 33).

- cia que: a) en las especies fitófagas sometidas a un régimen vegetariano el largo del conducto intestinal alcanza los valores máximos, los que mantienen la misma relación con el largo standard del cuerpo; b) en las especies carnívoras sometidas a un régimen vegetariano el ritmo de crecimiento del cuerpo es más lento que el del largo del intestino, cuyo valor está reducido. Zúniga (1941, 88: 85-86) en un estudio referente al mismo problema, por observaciones en cuatro especies del género *Orestias* (*Cyprinodontidae*) del lago Titicaca, llegó a conclusiones contrarias. Según el autor el coeficiente intestinal aumenta desde las especies fitófagas hacia las carnívoras, dando para cada especie los siguientes valores: 1.39 para *Orestias petlandi*, fitófaga; 1.50 para *O. neveui*, ictiófaga; 1.89 para *O. tshudii*, consumidor de crustáceos; y 1.92 para *O. luteus*, consumidor de moluscos.
- c) Las relaciones entre nutrición y estructura del aparato filtrador branquial han sido objeto de contribuciones por parte de Zander (1903, 62) y Steuer (1905, 57: 296). El primero elaboró una clasificación de los peces basada en la estructura del filtro branquial y el tipo de régimen alimenticio; el segundo destacó que el filtro branquial es un aparato adaptado a la naturaleza del alimento. En general los peces consumidores de plancton poseen un filtro muy eficiente con branquioespinas filiformes, numerosas y muy apretadas; en cambio los carnívoros presentan estructuras de transición, con el aparato filtrador más rudimentario en los peces ictiófagos. Pellegrin (1904, 78: 126-127), en su estudio sobre la fauna íctica del lago Titicaca, se ocupa de los mismos problemas y además señala una relación entre el tipo de dientes faríngeos y la naturaleza del alimento. Este autor destacó que la adaptación a diversos regímenes alimenticios en las especies del género *Orestias*, ha producido las diferencias de estructura en los dientes faríngeos y en el número de branquioespinas del aparato filtrador branquial. En los *Orestias* fitófagos los dientes faríngeos son pequeños, agudos y cónicos, las branquioespinas bien desarrolladas y en gran número; en los carnívoros con un régimen donde predominan los moluscos, los dientes faríngeos son de tipo pavimentoso, y las branquioespinas rudimentarias y poco numerosas. Según Bertolini (1933, 39: 326), el tipo de dentadura en los Seláceos corresponde al tipo de régimen alimenticio, y desde este punto de vista distingue cuatro tipos de dentadura y otros tantos regímenes alimenticios. En otro trabajo este autor (1934, 40) comprobó que los Seláceos planctófagos presentan el mismo mecanismo de filtración branquial que los peces consumidores

típicos de plancton. Scofield (1934, 56, 25-29) en su estudio sobre la biología de *Sardina caerulea* (*Clupeidae*), planctófago típico, señala una modificación estructural en el filtro branquial de este pez en estado juvenil y adulto. Los alevinos, consumidores de copépodos presentan un aparato filtrador menos eficiente que el de los adultos, que se nutren especialmente con diatomeas y dinoflagelados. Svetovidov (1934, 59: 70-72) estudiando las adaptaciones en algunas especies de las familias *Clupeidae*, *Thymallidae*, *Pleuronectidae*, *Gadidae* y *Percidae*, comprobó la existencia de ciertas relaciones entre la naturaleza de los alimentos, la estructura del aparato filtrador branquial y el número de apéndices pilóricos. Los resultados obtenidos le permitieron llegar a la conclusión que los peces planctófagos presentan un aparato filtrador eficiente y un número reducido de apéndices pilóricos; por el contrario los carnívoros, en especial los ictiófagos, poseen un gran número de apéndices pilóricos y un filtro branquial rudimentario. También Belogurov (1939, 37: 53-56) en un estudio sobre las adaptaciones del aparato digestivo en tres especies de la familia *Acipenseridae*, destacó una relación entre el tipo de régimen alimenticio y el número de apéndices pilóricos; comprobando al mismo tiempo variaciones específicas en el peso del conducto gastrointestinal.

- d) El desarrollo ontogenético del conducto gastrointestinal en su relación con el régimen alimenticio, fué objeto de estudios experimentales en algunos peces sudamericanos de la familia *Anostomidae* (*Curimatus* y *Prochilodus*). Ihering y Azevedo (1934, 73: 164-165) y más tarde Azevedo y Borges Vieira (1938, 64) comprobaron que *Prochilodus argenteus*, consumidor de fango al estado adulto, no presenta en estado larval y post-larval un conducto gastrointestinal especializado; la especialización y aumento de la longitud intestinal comienza cuando los alevinos, consumidores de plancton, cambian de régimen y se nutren especialmente de fango. También Azevedo, Vianna Dias y Borges Vieira (1938, 65: 541) llegaron a los mismos resultados para *Curimatus elegans*, presentando además valores del coeficiente intestinal para los individuos juveniles y adultos, por los cuales se constata un aumento del 100% en estos últimos con respecto a los juveniles.
- e) La influencia de la nutrición sobre el ritmo de crecimiento y desarrollo general del cuerpo, fué estudiada especialmente en peces de valor económico. En este sentido Dawes (1931, 47: 142-147) realizó un estudio experimental sobre *Pleuronectes platessa* (*Pleuronectidae*) para establecer los límites máximo y mínimo en

el crecimiento de este pez, así como las raciones de mantenimiento y crecimiento para las distintas edades. Wunder (1937, 61) estudió en *Cyprinus carpio* las formas de desnutrición y de sobrealimentación en relación con la calidad de los alimentos, y estableció los límites biométricos para ambas formas. También Cabrera (1939, 66: 7-9-11), en base de análisis del contenido gastrointestinal y determinaciones biométricas en el «pejerrey» de diversos ambientes de Argentina, evidenció una diferencia en el desarrollo del cuerpo entre los individuos del Río de la Plata (Cambaceres) y los de la laguna de Lobos, en razón de las distintas condiciones del habitat de la nutrición y la naturaleza de los alimentos.

- f) La inanición y su repercusión sobre el conducto gastrointestinal y desarrollo del cuerpo, ha sido objeto de investigaciones, especialmente sobre los peces de criadero y migradores. Yung y Fuhrmann (1899, cit. por Yung, 33: 299), mediante un régimen de inanición forzada, durante 10-12 meses, comprobaron una reducción de 1/6 en la longitud intestinal de *Esox lucius* (*Esocidae*) y *Lota vulgaris* (*Gadidae*), peces carnívoros e ictiófagos de las aguas dulces del hemisfero norte. Brunner y Endress (1929, 43), señalaron una reducción en el peso del cuerpo de los *Cyprinidae* en el invierno, debido a la acción de las bajas temperaturas, que determinan un estado natural de inanición. En los peces migradores D'Ancona (1921, 46) y Schnakenbeck (1934, 55: 85-91) constataron en los individuos de *Anguilla* durante la época de migración, una atrofia y modificaciones estructurales del conducto gastrointestinal.
- g) La acción de las anomalías de la cavidad bucal sobre la nutrición fué señalada por Desbrosses (1931, 48: 189) y por Antoniu-Murgoci y Vasiliu (1943, 34: 147-148). El primer autor observó un cambio en el régimen alimenticio de *Pagellus centrodonus* (*Sparidae*), provocado por anomalías accidentales de la cavidad bucal. Los individuos de esta especie, normalmente pequeño-carnívoros y planctófagos se transformaron en consumidores de crustáceos anfipodos y algas filamentosas de la región bentónica, presentando por ello un régimen omnívoro. Los segundos encontraron en *Carassius auratus gibelio* (*Cyprinidae*), especie omnívora de laguna, una anomalía bucal que determinó un cambio de régimen: el pez se alimentó con fango orgánico y diatomeas, teniendo un régimen similar al de los peces iliófagos.

De los datos bibliográficos expuestos se destaca que :

- a) Los caracteres anatómicos del aparato digestivo de los peces, se hallan en estrecha dependencia con la naturaleza de los alimentos, el habitat de la nutrición y el estado de desarrollo en el ciclo ontogenético del individuo ;
- b) Las adaptaciones correspondientes del aparato digestivo se manifiestan especialmente en :

la *cavidad bucal* por su posición, configuración, capacidad de proactibilidad o prehensión, dentadura y estructura del filtro branquial ;

el *conducto gastrointestinal* por su disposición, configuración, estructura, relieve de la mucosa, longitud intestinal y conformación de las glándulas anexas.

2. Adaptaciones y modificaciones dependientes del régimen alimenticio

Como ya fué mencionado anteriormente, entre la nutrición los caracteres del habitat y la organización del aparato digestivo hay estrechas relaciones de interdependencia, que se manifiestan especialmente en el aparato digestivo por adaptaciones y modificaciones.

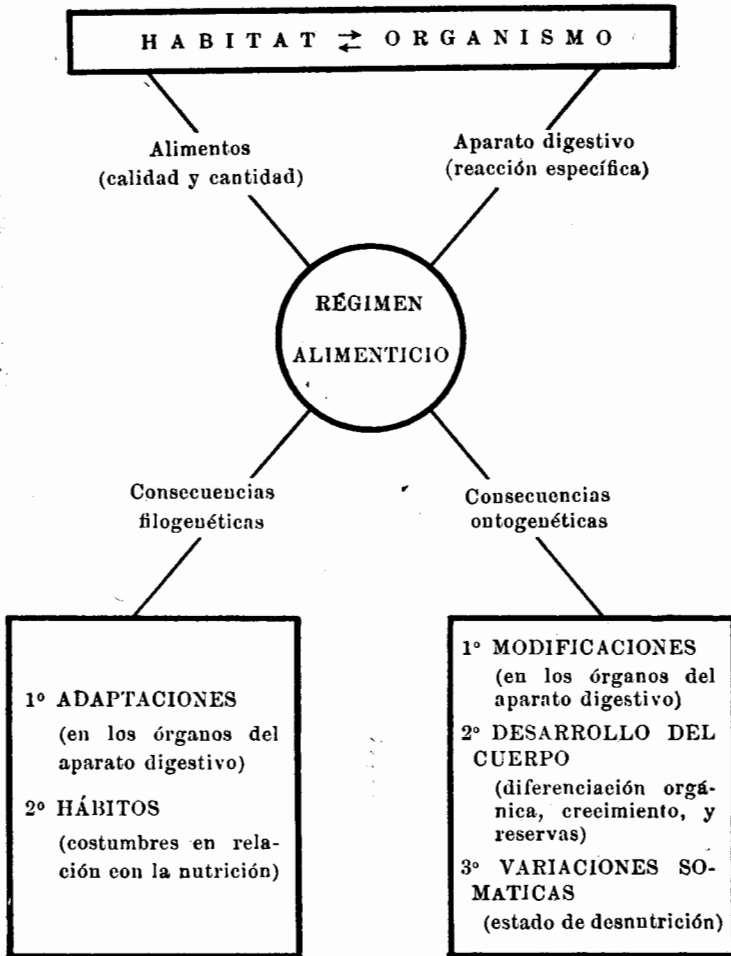
Entre adaptación y modificación existe una diferencia en el grado de evolución morfológica y funcional, que se traduce en la conformación y estructura de los órganos del aparato digestivo. Ambas son consecuencias de una interacción entre organismo y ambiente, regida por tres factores : el tiempo, la calidad del alimento y la reacción específica del organismo.

En el sentido de Pelsenner (25 : 629) se entiende por *adaptación* a toda variación morfológica de carácter permanente, producida en la evolución filogenética, como consecuencia de una acción continua, permanente, de los factores del ambiente sobre el organismo.

La *modificación* es provocada también por la acción de los factores del medio, pero en este caso es una acción de duración limitada, que determina variaciones morfológicas superficiales de carácter temporario, en el ciclo ontogenético del individuo. En general, cuando desaparecen las causas de estas variaciones, las modificaciones desaparecen o se atenúan, sin mantener una continuidad filogenética.

Para ilustrar mejor las relaciones de interdependencia entre organismo y habitat, especialmente desde el punto de vista de la nutrición, se elaboró una representación gráfica basada sobre estudios referentes a

peces, en la cual se evidencia además las diferencias entre adaptación y modificación :



La naturaleza de los alimentos imprime a los órganos del aparato digestivo caracteres de orden funcional, anatómico y morfométrico, propios para cada tipo de régimen alimenticio, que se traducen siempre por adaptaciones.

Según el grado de adaptación al régimen alimenticio los peces pueden ser divididos en :

- a) Especies con el aparato digestivo especializado para el consumo de un mismo tipo de alimento : de régimen alimenticio especializado o monotrofismo.

b) Especies con el aparato digestivo accesible a diversos tipos de alimentos : de régimen alimenticio general o politrofismo.

Entre estos dos grupos principales, existen otras especies que presentan regímenes de transición, y en algunos casos, adaptaciones de uno y otro grupo.

A cada tipo de régimen alimenticio corresponde, según el grado de especialización, caracteres propios en la totalidad del aparato digestivo o en algunos de sus órganos. Caracteres comunes, correspondientes a un mismo tipo de régimen, pueden ser hallados en especies de distintas familias. Tal es el caso de los peces consumidores de fango como *Prochilodus*, *Curimatus* (*Anostomidae*), *Mugil* (*Mugilidae*) de las aguas sudamericanas, y *Dorosoma* (*Clupeidae*) de América del Norte, en los cuales el estómago pilórico o su región pilórica, está bien desarrollado con aspecto de una molleja de ave, dentadura rudimentaria y longitud intestinal apreciable. Como ejemplo de especialización unilateral podría ser el caso de *Plecostomus* (*Loricariidae*), consumidor de fango y algas, que presenta un intestino considerablemente desarrollado, cuyo coeficiente es comparable con el de los mamíferos rumiantes.

También la mayoría de los peces consumidores de plancton, indiferentemente de la familia a que pertenezcan, presentan el mismo tipo de boca y la misma estructura del filtro branquial.

Por el contrario, en las especies de una misma familia pueden observarse caracteres diferenciales en el aparato digestivo causadas por adaptación a diversos tipos de regímenes alimenticios. Un ejemplo típico puede hallarse en los salmónidos planctófagos (*Coregonus*), que se distinguen de los carnívoros e ictiófagos (*Salmo*, *Trutta*) por la forma de la boca y estructura del filtro branquial.

En los peces de régimen alimenticio más general (omnívoros) donde el aparato digestivo no se halla especializado en su totalidad, existen compensaciones funcionales y morfológicas. Es así como en *Cyprinus carpio*, *Tinca vulgaris* (*Cyprinidae*), *Loricaria vetula* y *L. anus* (*Loricariidae*), sin un estómago propiamente dicho, presentan en cambio una dentadura faríngea y un sistema hépatopancreático bien desarrollados.

Los cambios de régimen alimenticio, es decir la sustitución de los alimentos de la comida principal, por otros que constituyen una comida ocasional o de emergencia ¹, pueden provocar modificaciones en la forma

¹ En general, cada especie presenta una preferencia por un alimento y un habitat de nutrición determinados. En este sentido SCHIEMENZ (28 : 522) divide a los alimentos de los peces en tres categorías : a) alimentos que constituyen la comida principal o preferida, propia del régimen, que es la más frecuente y primordial en el crecimiento ; b) los que constituyen la comida ocasional o secundaria, que puede o

y estructura del aparato digestivo, especialmente en el conducto gastrointestinal. El grado de intensidad de estas modificaciones depende en primer lugar de la reacción trofo-específica del individuo (grado de adaptabilidad trófica) y de la calidad del nuevo alimento, y en segundo lugar de las condiciones generales del habitat de la nutrición. En algunos casos las modificaciones pueden presentar un carácter estructural profundo y ser más persistentes en la vida del individuo, a veces durante toda su existencia.

Los cambios de régimen en el medio natural son frecuentes en la vida de los peces, y pueden ser debidos a dos tipos de causas : normales y anormales.

Las primeras son habituales e intrínsecas de la vida de los peces y presentan un carácter temporario o de periodicidad. Tales son :

- a) Los cambios del régimen alimenticio en el ciclo ontogenético, con diferencias en la nutrición del estado juvenil y del adulto, que se corresponden con modificaciones especiales en la dentadura, forma y longitud del conducto gastrointestinal ;
- b) Los cambios estacionales en el ciclo alimenticio anual, especialmente en aquellos peces que presentan una interrupción de la nutrición en la época de invernación o de sequía, como ocurre entre otros, con los *Cyprinidae* del hemisferio norte o con *Lepidosiren* en la zona tropical del continente sudamericano ; y
- c) Los que se producen en la época de reproducción de los peces migradores como *Petromyzon*, *Anguilla*, *Salmo*, *Scomber*, etc., los que en esa época no se alimentan y el conducto gastrointestinal sufre alteraciones o una atrofia más o menos profunda (Povici, 26 : 22-24).

Las segundas o anormales, pueden residir en el ambiente o ser propias del organismo, pudiendo presentar un carácter temporario o permanente :

- a) Las que residen en el habitat, se producen por la desaparición de los componentes de la comida principal debido a cambios de los factores fisico-químicos. En este caso los peces se nutren con alimentos ocasionales o de emergencia, y el cambio de nutrición determina modificaciones temporarias del aparato digestivo, y se manifiestan también en el ritmo del crecimiento, que se traduce en una modificación de la forma del cuerpo y pérdida de peso.

no acompañar a la comida principal ; y c) la comida de emergencia constituida por los alimentos que no tienen ninguna relación con el régimen alimenticio del pez, y que son ingeridos cuando faltan los alimentos principales y ocasionales.

Por estas razones la forma de transición y la de inanición (ver más adelante, pág. 234) de los peces, puede ser considerada como una consecuencia del cambio de las condiciones normales de nutrición del ambiente natural;

- b) Las que son propias del organismo comprenden las modificaciones provocadas por accidentes traumáticos o de otra índole (disontogénicos, teratológicos, patológicos, etc.), que acontecen especialmente en la cavidad bucal. Es el caso ya mencionado anteriormente para *Carassius* y *Pagellus* (pág. 176); también frecuente en los peces marinos carnívoros de la región bentónica (*Gadidae*), los que por anomalías de la cavidad bucal se convierten en omnívoros o iliófagos, con las modificaciones correspondientes al nuevo régimen alimenticio.

Como una conclusión ecológica, se destaca de los datos precedentes el hecho que los peces con adaptaciones a un régimen alimenticio especializado, presentan un área de distribución limitada a su habitat específico de nutrición, y la existencia y prosperidad de los individuos está condicionada por la presencia y abundancia de su alimento preferido. Por el contrario los peces con un régimen alimenticio más general especialmente los omnívoros, muestran una mayor amplitud en su adaptabilidad a los cambios de régimen alimenticio y su existencia no depende estrictamente de la presencia del alimento principal; por consiguiente las especies con gran adaptabilidad a diversos tipos de nutrición, poseen un área de dispersión más amplia.

Entre la capacidad de adaptabilidad a los cambios de régimen y el grado de especialización del aparato digestivo, existe una relación inversa, es decir que los peces con un régimen alimenticio general presentan una gran capacidad órgano-funcional, especialmente en el aparato digestivo, frente a los cambios de los diversos tipos de nutrición.

III

LOS REGÍMENES ALIMENTICIOS OMNÍVORO E ILIÓFAGO: CARACTERIZACIÓN GENERAL Y TERMINOLOGÍA UTILIZADA

1. Régimen omnívoro

Todos los peces que no son carnívoros típicos (macrozoófagos) o los que son consumidores de zooplancton (microzoófagos), pueden ser considerados en sentido amplio como omnívoros, siempre que posean un régimen alimenticio mixto.

El régimen omnívoro varía entre límites muy amplios y es interesante destacar la adaptabilidad de los peces de este régimen a una comida heterogénea que toma de distintos habitats nutritivos.

En la mayoría de los peces omnívoros se comprueba tal como fué señalado por Pellegrin (78: 127), una preferencia por una comida determinada que puede estar constituida por organismos de la fauna bentónica o por elementos de la flora acuática. Pero además de los alimentos preferidos pueden ingerir en gran cantidad otros organismos, o fango con detritus orgánico.

En general, el aparato digestivo de los peces omnívoros se caracteriza por :

- a) carecer de un estómago propiamente dicho o especializado para un determinado alimento;
- b) la longitud del conducto digestivo y el aumento de su superficie;
- c) el desarrollo del sistema hépatopancreático;
- d) la actividad fisiológica uniforme en toda la extensión del conducto gastrointestinal; y
- e) en algunos casos, por la existencia de una dentadura faríngea adaptada a la naturaleza de los alimentos.

Todos estos caracteres pueden hallarse total o parcialmente en una misma especie ¹.

La fisionomía del habitat nutritivo de los peces omnívoros es muy variable y éstos viven ya en las aguas corrientes o estancadas, región litoral o bentónica con una flora y fauna muy variada en su composición. Algunas especies pueden desarrollar su vida en varios ambientes, poseyendo como consecuencia una gran distribución geográfica.

Por otra parte, no solamente los caracteres del habitat nutritivo pueden influir sobre las variaciones cualitativas del régimen, sino también la talla de los individuos.

Dentro de los integrantes de la fauna íctica del Río de la Plata, estudiados en el presente trabajo, se presentan como omnívoros algunas especies del género *Loricaria*: *L. vetula*, *L. anus*, *L. macrodon*, *L. typus*, *L. macrops* y *L. pareiacantha*, las que poseen adaptaciones características al régimen alimenticio.

Como un ejemplo de pez omnívoro de gran adaptabilidad a los cambios del habitat de la nutrición, puede ser considerado el pejerrey del

¹ *Loricaria*, *Odontheistes*, *Cyprinus*, *Tinca*, etc., peces con régimen omnívoro presentan los caracteres enunciados.

género *Odonthestes* (*O. bonariensis* y otras especies afines) que según los resultados de las investigaciones de Mac Donagh (76), Ringuelet (82,83), y Cabrera (66), presenta en su régimen alimenticio variaciones cualitativas muy pronunciadas, pudiendo ser al mismo tiempo un consumidor de organismos animales (fauna bentónica y zooplancton) o vegetales (fragmentos de *Potamogeton*, algas filamentosas y diatomeas); y a falta de los elementos de su comida principal se convierte en caníbal (nutrición de emergencia).

2. Régimen iliófago

La iliofagía, es decir el hábito de « consumir fango », constituye una característica muy particular en la biología de la nutrición de algunos representantes típicos de la fauna íctica de agua dulce de América del Sur, perteneciente a las familias *Loricariidae* y *Anostomidae*.

En los peces iliófagos se pueden comprobar de manera evidente las correlaciones entre la naturaleza de los alimentos y los caracteres anatómicos del aparato digestivo, que se ponen de manifiesto por las adaptaciones de este último.

En un sentido general, el régimen iliófago puede ser considerado, con respecto a los constituyentes de la comida, como un régimen mixto — limívoro y fitófago — ya que los alimentos de los peces iliófagos son de origen heterogéneo y están constituídos por fango, detritus orgánico, y organismos vegetales de la biocenosis del fango. Pero por los caracteres anatómicos del aparato digestivo, así como por el constante consumo de los mismos alimentos tomados en la misma región (fondo fangoso), el régimen iliófago aparece con características propias distintas del régimen omnívoro, esto es como un régimen especializado.

La mayoría de los autores que se dedicaron a estudios de biología y nutrición de los peces consumidores de fango o detritus orgánico, consideran al régimen iliófago como un caso particular en la nutrición natural de los peces. De este modo se hizo necesaria la creación de una terminología adecuada.

Generalmente en los tratados de zoología y especialmente en algunos trabajos biológicos se utilizan términos como *limívoro*, *limófago*, *detritívoro* o *consumidor de fango*, denominaciones éstas dadas a aquellos organismos acuáticos que toman su alimento en el substratum fangoso y consumen :

- a) solamente fango con detritus orgánico ;
- b) fango con detritus orgánico y organismos vivos.

Es así como Joubin (18: 1140) en un documentado estudio acerca de los problemas relativos a la nutrición de los animales marinos de la región bentónica, utiliza el término *limívoro*¹ para los animales — incluso peces — que comen fango, pero señala que este término no corresponde exactamente a la realidad, porque no es el fango el que constituye el principio nutritivo asimilable, sino la materia orgánica incluida en él.

En la literatura inglesa y norteamericana de la especialidad son usados con frecuencia los términos de « *mud eater* » o « *mud feeding* » y en la alemana « *Schlammfresser* », todos los cuales equivalen al término *limívoro*.

Además, en muchos trabajos referentes a la nutrición de animales bentónicos se emplea el término *detritívoro*, para los que consumen detritus orgánico decantado; pero este término tiene también un sentido más general, ya que en el ambiente acuático existen organismos que pueden o no pertenecer al bentos y que se alimentan de detritus en suspensión o *seston*, tal como ocurre con algunos crustáceos planetónicos o ciertos organismos del fondo (Lamelibranchios filtradores)².

Morris (22: 291) señala la necesidad de crear una nueva nomenclatura para los organismos animales bentónicos cuyo principal alimento está constituido por fango y detritus orgánico, y muestra que este tipo de alimentación está muy expandido en el medio dulceacuícola y marino, especialmente entre los Vermes, Moluscos y Peces que viven permanentemente u ocasionalmente en la región del fondo.

Allen (2: 374), de acuerdo con Morris, propone una nueva nomenclatura, utilizando como raíz la palabra griega « *ilyon* » que significa fango; y da la siguiente terminología:

ilyobic el animal que vive en el fango;

ilyonic el alimento del fango; e

ilyophagus el animal consumidor de fango.

En el mismo sentido, Fox y Amstein (10: 437) proponen el término *ilitrophon* cuyo significado es alimento constituido por fango, del cual derivan:

¹ En la *Terminología limnológica* de NAUMAN (23: 314), la denominación *fauna limícola* corresponde a los organismos que se deslizan sobre el fondo blando o se introducen en el fango; de esta denominación deriva el término *limívoro* que equivale a consumidor de fango.

² PELSENER (25: 113-115) cuando se refiere a la nutrición de los Lamelibranchios, consumidores de partículas en suspensión, usa el término *microtrophon* para designarlos.

ilytroph para designar el animal consumidor del fango ;
ilytrophic la naturaleza del alimento o el hábito de consumirlo ;
ilytrophism el habitat de la nutrición constituido por fango.

Estos sistemas de nomenclatura que derivan de la raíz *ilyon*, se diferencian de otros en razón de encerrar un sentido ecológico, o sea que expresan la relación entre el consumidor y el ambiente de la nutrición.

Azevedo y sus colaboradores (64, 65) utilizan el término *iliophago*, propuesto por Allen, para *Curimatus elegans* y *Prochilodus argenteus*, introduciendo este término para la denominación de los peces consumidores de fango de la fauna íctica sudamericana.

Habiendo sido utilizado este término en la literatura ictiológica de América del Sur, en el presente trabajo se lo adopta y a modo de complemento se proponen los siguientes :

iliofagia para designar la costumbre o hábito de consumir fango y detritus orgánico ;
iliófago extensivo tanto para el consumidor como para el régimen mismo ; y
capa iliotrófica denominación que abarca el estrato fangoso de la región bentónica (fango, detritus orgánico y organismos vivos), que constituye el substractum nutritivo ¹.

Pero es necesario destacar el hecho que en el caso de los peces consumidores de fango — denominación general que se refiere más bien al substractum y no a la calidad del alimento — es sumamente difícil encerrar en un solo término tal como limívoro, detritívoro, iliófago o iliótrofo, que pueda expresar exactamente la naturaleza del alimento, porque el fango contiene en su masa un complejo nutritivo de origen diverso ; desde este punto de vista el fango puede ser considerado como un *vehículo de transporte* de los alimentos, a los cuales contiene, y al ser ingerido por los peces forma en el conducto gastrointestinal un cordón alimenticio cilíndrico (expresión dada por Joubin, 18 : 1140), del cual se extrae todo lo que es asimilable.

Por lo tanto, un pez con régimen alimenticio iliófago podría ser definido como un *consumidor permanente de fango cuyo principal alimento es la materia orgánica de éste y sus organismos vegetales*.

El aparato digestivo de los peces iliófagos está perfectamente adaptado al régimen alimenticio, adaptaciones que se ponen en evidencia especialmente por :

¹ La denominación de *capa iliotrófica* corresponde a la noción de *capa nutritiva* (« die nutritive Schicht ») según ALSTERBERG 3 : 291 ó de *capa biológica* (« couvertures biologiques ») según LÉGER (20 : 2).

- a) la cavidad bucal de tipo suctor carente de una dentadura bien desarrollada ;
- b) aparato filtrador branquial eficiente para separar el agua de los componentes sólidos de grano fino ;
- c) longitud apreciable del conducto gastrointestinal y aumento de la superficie por la estructura especial del relieve de la mucosa ;
- d) por la región pilórica del estómago bien desarrollada (*Prochilodus*, *Curimatus*, *Mugil*), aunque no en todos los casos (*Plecostomus*).

Los peces iliófagos son comunes tanto en el medio marino como en el de agua dulce. Numerosas especies de la región bentónica o especies nectónicas que acuden al fondo para obtener su comida, se nutren permanentemente (comida principal), o temporariamente (comida ocasional, comida de emergencia) con el fango y los organismos limícolas o psamícolas que viven sobre él. Pero la nutrición de los peces iliófagos está condicionada a la existencia de un fondo blando, rico en materias orgánicas y cubierto por diatomeas y algas filamentosas.

IV

EL RÉGIMEN ALIMENTICIO Y SUS RELACIONES CON EL APARATO DIGESTIVO EN PECES DE LA FAMILIA LORICARIIDAE

1. Tipo omnívoro en «*Loricaria vetula*» Val. y «*Loricaria anus*» (Cur. y Val.)

Para el presente trabajo se eligieron las dos especies arriba mencionadas, en razón de las diferencias que presentan en la organización del aparato digestivo y en la nutrición. Los ejemplares estudiados pertenecen a lotes de distinta procedencia (ver cuadro pág 166), y de diversa talla.

A. *La nutrición natural.* — En la literatura ictiológica, los datos que se refieren a la nutrición natural de las especies del género *Loricaria* son pobres e incompletos (Bridge, 42 ; Hora, 72 ; Arnold y Ahl, 4). Estos datos muestran que los representantes del género *Loricaria* son consumidores de alimentos de la región del fondo, con preferencia de organismos animales. Según Hora (pág. 207), estos peces presentan en las condiciones de vida del acuario, una gran adaptabilidad a las distintas condiciones de nutrición, ya que constató en algunos ejemplares el consumo de crustáceos del género *Daphnia*. Arnold y Ahl (pág. 270),

consideran a las especies del género *Loricaria* como peces omnívoros («*Allesfresser*»), que se nutren de algas del fondo y de organismos animales que viven sobre ellas; agregan que la ventosa bucal no sólo sirve como órgano de adhesión, sino también para buscar e ingerir el alimento.

Las investigaciones para establecer el régimen alimenticio de estos peces fueron realizadas sobre ejemplares adultos y juveniles, no solamente en *L. anus* y *L. vetula*, que constituyen la mayoría, sino también en algunos ejemplares de *L. macrops*, *L. typus*, *L. macrodon* y *L. pareia-cantha*, estas últimas provenientes del Río de la Plata.

De acuerdo a los análisis del contenido gastrointestinal, los representantes del género *Loricaria* en estado juvenil, indiferentemente de la especie, son más carnívoros que los adultos, y en el contenido predominan organismos de la fauna litoral-bentónica. En mayor proporción fué constatada la presencia de larvas de dípteros de la familia *Chironomidae*, crustáceos del género *Corophium*, cladóceros, copépodos y ostrá-codos que viven habitualmente en la capa de agua próxima al fondo o sobre el fondo mismo; fueron hallados también ejemplares pequeños de moluscos gastrópodos (gén. *Littoridina* y pequeños *Ampullaria*) y lamelibranquios que viven en la capa de fango del fondo. Organismos vegetales fueron encontrados en pequeña cantidad: únicamente *diatomeas*, ingeridas juntamente con fango y detritus vegetal.

A la luz de estos análisis se puede afirmar que los representantes del género *Loricaria* en estado juvenil, tienen un régimen carnívoro con predominio de organismos animales bentónicos y su comida principal la constituyen las larvas de *Chironomidae*, crustáceos del género *Corophium* y moluscos. Fango, arena y detritus orgánico fueron hallados en pequeñas cantidades, siendo ésta una de las características diferenciales con los ejemplares adultos.

En la mayoría de los ejemplares adultos el contenido gastrointestinal está constituido por una mezcla de fango, arena, detritus orgánico, organismos animales y vegetales bentónicos; en muy contados casos se constató la presencia de un contenido formado solamente por fango (con diatomeas) o por elementos de la fauna bentónica.

El adulto es un pez omnívoro, comedor de fango y organismos que viven en el mismo, y su régimen está en relación con los caracteres fisiográficos y biológicos del fondo. Sus alimentos provienen de tres fuentes distintas:

- a) en primer lugar la de los organismos animales que viven sobre el fondo o en la capa de agua inmediatamente próxima;

- b) en segundo lugar la de los organismos vegetales, especialmente diatomeas y algas filamentosas, que constituyen el bioderma vegetal del fango;
- c) por último la del fango con detritus orgánico.

Los organismos animales no faltaron en ningún caso; entre ellos se hallaron en gran cantidad pequeños moluscos gasterópodos y en menor proporción, lamelibranquios. Con bastante frecuencia se encontraron larvas de *Chironomidae*, especialmente las que viven en habitáculos de arena, o las que lo hacen directamente sobre el fango y detritus. Los crustáceos entomóstracos fueron raros.

En adultos de *L. anus*, provenientes de Concepción del Uruguay, las larvas de *Chironomidae* son más frecuentes en el contenido; en cambio en *L. vetula* del Río de la Plata, hay predominio de microgasterópodos. Los oligoquetos limícolas fueron muy raros en el contenido de los ejemplares adultos de las dos especies.

Entre los organismos vegetales del contenido predominan las diatomeas, observadas en casi todos los ejemplares. Estas son ingeridas conjuntamente con fango y arena. La composición algológica del contenido es la siguiente: *Melosira*, *Navicula*, *Surirella*, *Synedra*, *Nitzschia*, *Caloneis*, *Gyrosigma*, *Scenedesmus*, siendo dominantes las dos primeras.

Las diatomeas fueron observadas en estado de digestión, es decir las frústulas se hallaban vacías, desprovistas de protoplasma.

Entre las algas filamentosas, halladas con menor frecuencia que las diatomeas, se constató la presencia de fragmentos *Zygnema* y *Cladophora*.

En cuanto al fango y detritus orgánico, sin duda constituye cuantitativamente la parte más abundante de la masa del contenido gastrointestinal, y su composición es muy variable. El fango es más orgánico y más rico en arcilla en el Río de la Plata (Buenos Aires) que en el Río Uruguay (C. del Uruguay); el detritus orgánico contenido en él está compuesto por restos de organismos animales, tales como alas y patas de insectos terrestres, restos de crustáceos entomóstracos; muy raros los restos de rotíferos (*Keratella*) y tejidos vegetales de macrófitas, filamentos de algas y semillas de gramíneas palustres.

En síntesis, se puede inferir la conclusión que los adultos de *Loricaria* pertenecen, de acuerdo a la diversidad de la naturaleza de los componentes nutritivos, al régimen omnívoro, con predominio de fango y organismos bentónicos (limícolas y psammícolas).

En sentido ecológico, *L. anus* y *L. vetula* pertenecen al grupo de los consumidores que buscan su comida sobre el fondo, prefiriendo el blando y rico en detritus orgánico y organismos animales.

Pero se puede destacar el hecho de que *L. vetula* parece tener prefe-

rencia por los fondos limosos ricos en microgasterópodos, mientras que *L. anus* ingiere larvas de *Chironomidae* en mayor cantidad, siendo los microgasterópodos muy raros en su contenido.

B. Descripción del aparato digestivo. — Los representantes del género *Loricaria* poseen un cuerpo alargado, más o menos fusiforme, algo deprimido dorsoventralmente, al parecer adaptado a una vida en la comunidad del benthos.

La disposición de los órganos del aparato digestivo sigue en conjunto la forma del cuerpo, pero los caracteres anatómo-histológicos están directamente determinados por el régimen alimenticio.

El conducto gastrointestinal se desarrolla en un plano horizontal y ventral, carácter que en general es común a los organismos que viven sobre el fondo.

Cavidad buco-faríngea. — La boca es de posición ventral; el orificio bucal tiene la forma de un triángulo de lados curvos, o semicircular, con el eje mayor en sentido transversal. Se halla rodeado de dos labios, uno anterior pequeño, y otro posterior más grande, bilobulado y característico para cada especie; provisto de papilas adhesivas como en *L. anus* o papilas adhesivas y apéndices filamentosos como en *L. vetula*. En *L. anus* los lóbulos del labio posterior están bien desarrollados, carnosos, con numerosas papilas adhesivas, y unidos en la línea media por un repliegue membranoso. El labio anterior se continúa hacia atrás por medio de una barbilla corta y robusta; además, en el borde externo presentan apéndices digitiformes. Los labios de *L. anus* tienen una gran capacidad de protractilidad y en extensión presentan la forma de un embudo, cuya abertura se aplica sobre el substractum; el sentido del movimiento es desde un plano horizontal (labios en reposo) a un plano vertical frontal (labios en protracción) (Lám. I. figs. 3 y 4).

En *L. vetula*, los labios son menos carnosos, pero poseen numerosos filamentos o barbillas. Las barbillas laterales del labio anterior son más largas y alcanzan a sobrepasar las aberturas operculares (Lám. I, fig. 1). El labio posterior presenta entre las barbillas, papilas adhesivas poco numerosas.

La dentadura no se halla bien desarrollada, sobre todo en *L. anus*. Los dientes se encuentran en los intermaxilares o premaxilares, y los mandibulares, rodeando al orificio bucal. La dentadura tiene, en conjunto, el aspecto de rastrillos. En *L. anus* éstos se hallan muy poco desarrollados y no existen dientes en los intermaxilares. En *L. vetula* son más desarrollados y numerosos, se presentan bífidos en su extremidad libre y se distribuyen en cuatro hileras: dos en el intermaxilar interrumpidas en la línea media, y dos en el mandibular a ambos lados de la misma.

El movimiento de las hileras dentarias es para el labio anterior de sentido anteroposterior; para el labio posterior, cada mitad o lóbulo tiene un movimiento en sentido oblicuo hacia adentro, este último más acentuado en *L. vetula*. Cuando los labios se acercan para cerrar el orificio bucal el conjunto de la abertura presenta el aspecto de una hendidura semilunar.

En las dos especies, la cavidad bucal tiene una forma esferoidal aplanaada dorsoventralmente, que termina ensanchándose hacia la faringe. Se continúa por la cavidad faríngea, la cual es mucho más estrecha.

Esta última presenta en ambas especies *huesos faríngeos*, en número de cuatro, provistos de dientes de diferentes formas. Dos de los huesos faríngeos son superiores, distribuidos en dos placas separadas, y los otros dos son inferiores y fusionados en la línea media, por la cual da la impresión de una sola placa de forma triangular o cordiforme. Los huesos faríngeos están ubicados entre el último arco branquial y el orificio de entrada del esófago.

En *L. vetula*, las placas dentarias son más desarrolladas, los dientes presentan el aspecto de granos de maíz y forman una superficie lisa, pavimentosa, con tendencia a formar una placa continua. Los dientes anteriores, más pequeños y numerosos, los posteriores más grandes y en número de 5-6 en la hilera posterior de cada placa. (fig. 2. I y II). Los dientes son molariformes, de corona lisa, implantados sobre los huesos faríngeos, que en conjunto constituyen un *aparato triturador*. Las placas dentarias superiores y la inferior son cóncavo-convexas e inversamente configuradas, para permitir una más perfecta coaptación de las superficies y asegurar la trituración. Las placas dentarias superiores, si bien son independientes, están muy juntas.

L. anus presenta la misma disposición y ubicación de las placas dentarias, pero éstas son más pequeñas, y de mayor convexidad las superiores; la inferior presenta una concavidad anteroposterior y una convexidad transversal. Las placas dentarias superiores se hallan más separadas, y las inferiores no están tan fusionadas en la línea media como en *L. vetula*. En general, a juzgar por el desarrollo de la musculatura de estas placas, da la impresión que la movilidad de los huesos faríngeos es más acentuada en *L. anus*. Muy característicos son los dientes faríngeos: agudos, aislados, encorvados, más numerosos y dispuestos en hileras transversales u oblicuas, presentando en conjunto al aspecto de una raspa (fig. 2, III y IV). Los dientes superiores están encorvados hacia atrás, mientras que los inferiores lo están hacia adelante; la función es *desgarrante* y *desmenuzante*.

En ambas especies, los arcos branquiales presentan branquioespinas numerosas y muy juntas, para separar el agua del fango, arena y orga-

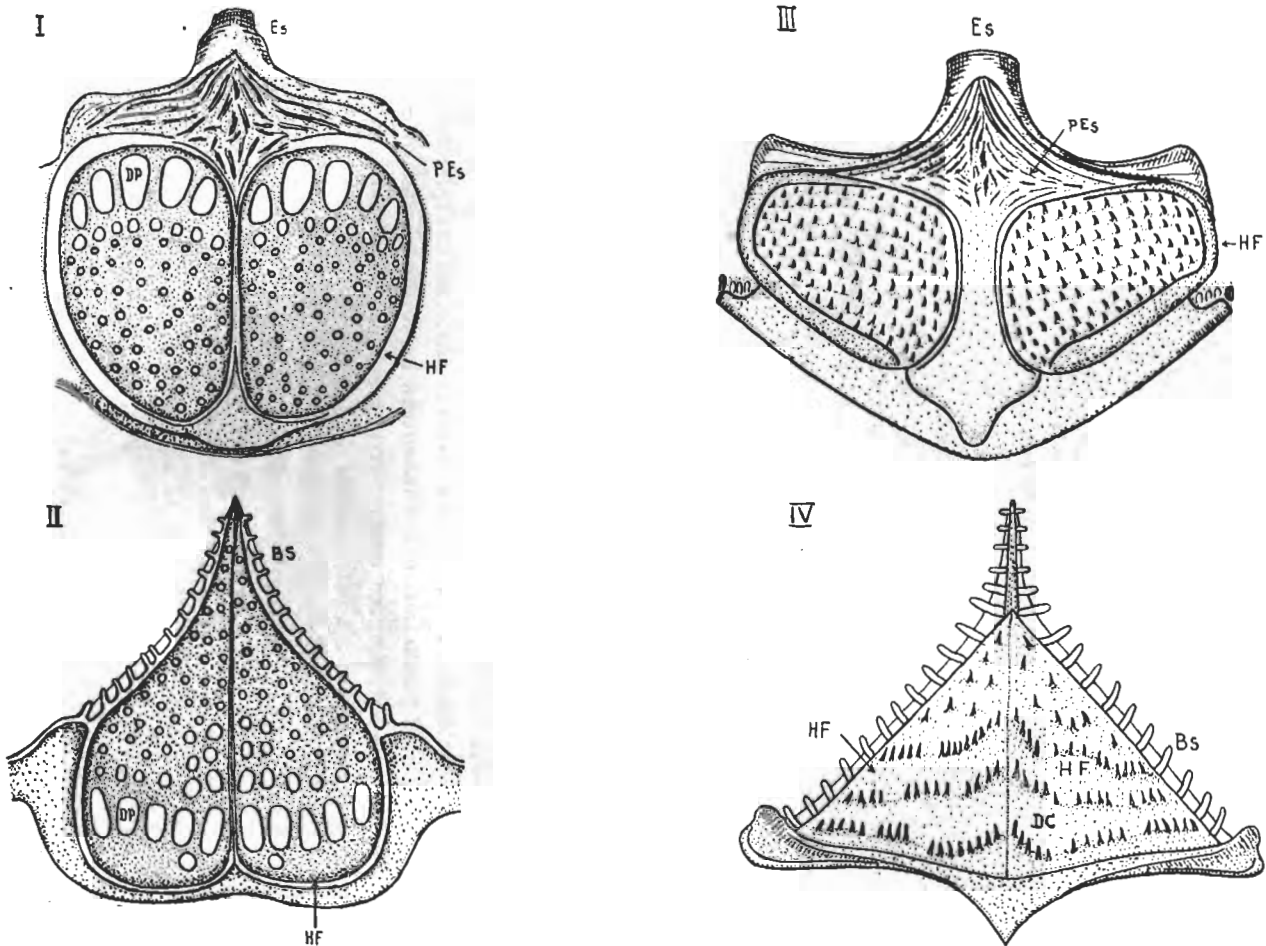


Fig. 2. — Huesos faríngeos con sus dientes : I (superiores) y II (inferiores) de *L. vctula* ; III (sup.) y IV (inf.) de *L. anus*. *Es* esófago *PEs* pliegues esofágicos ; *HF*, huesos faríngeos ; *DP*, dientes pavimentosos ; *DC*, dientes cónicos ; *BS*, branquiospinas

nismos comestibles. Comparando las branquioespinas, se observa que en *L. vetula* son cortas, robustas y más espaciadas; *L. anus*, en cambio, las presenta de mayor longitud, más delgadas y más apretadas. Estas presentan en ambas especies el carácter de polimorfismo, es decir, no son exactamente iguales ni en forma ni en tamaño en los distintos arcos.

La movilidad de la cavidad buco-faríngea reside en la parte inferior de dicha cavidad, siendo ésta la única parte de la cabeza dotada de movilidad.

Comparando la configuración de la cavidad buco-faríngea de *Loricaria anus* y *L. vetula* y relacionándola con el régimen alimenticio, se infiere que:

- a) la boca es la de peces comedores de la región del fondo que toman su comida sobre el mismo;
- b) la boca de *L. vetula* se halla más adaptada a buscar, seleccionar y englobar los alimentos; en cambio, en *L. anus* lo está más para funciones de adhesión y coadyuvante de la succión;
- c) la configuración de los dientes faríngeos pavimentosos en *L. vetula* (triturantes), y agndos en *L. anus* (desgarrantes), constituyen un carácter especial, junto a la estructura del aparato filtrador branquial, de adaptación a alimentos de distinta naturaleza y tamaño.

Esófago. — Es corto, incurvado, de concavidad inferior; presenta en su mucosa pliegues longitudinales bien marcados, numerosos y apretados; cuando se lo corta transversalmente se observa que llegan hasta el eje de la luz del conducto.

En *L. vetula* termina sin límite neto en la parte anterior de la cavidad general, en el punto donde se encuentran los lóbulos hepáticos; en *L. anus* el punto límite entre esófago y el resto del conducto gastrointestinal, presenta dos *apéndices ciegos* de cierto desarrollo. La longitud total de cada ciego es aproximadamente igual a tres veces el diámetro del conducto gastro intestinal en su parte inicial.

Estos ciegos, de acuerdo a los caracteres anatómicos y la estructura histológica, pueden ser considerados como órganos anexos del conducto gastrointestinal. Su epitelio posee células caliciformes.

En ambas especies, el esófago cumple las funciones de conducción y lubricación.

Conducto gastrointestinal. — En líneas generales se observa en ambas especies, que la disposición y ubicación del conducto gastrointestinal y glándulas anexas es semejante.

La cavidad general del cuerpo está alojada en la parte anterior y ventral del tronco; en sección sagital, presenta la forma de un trián-

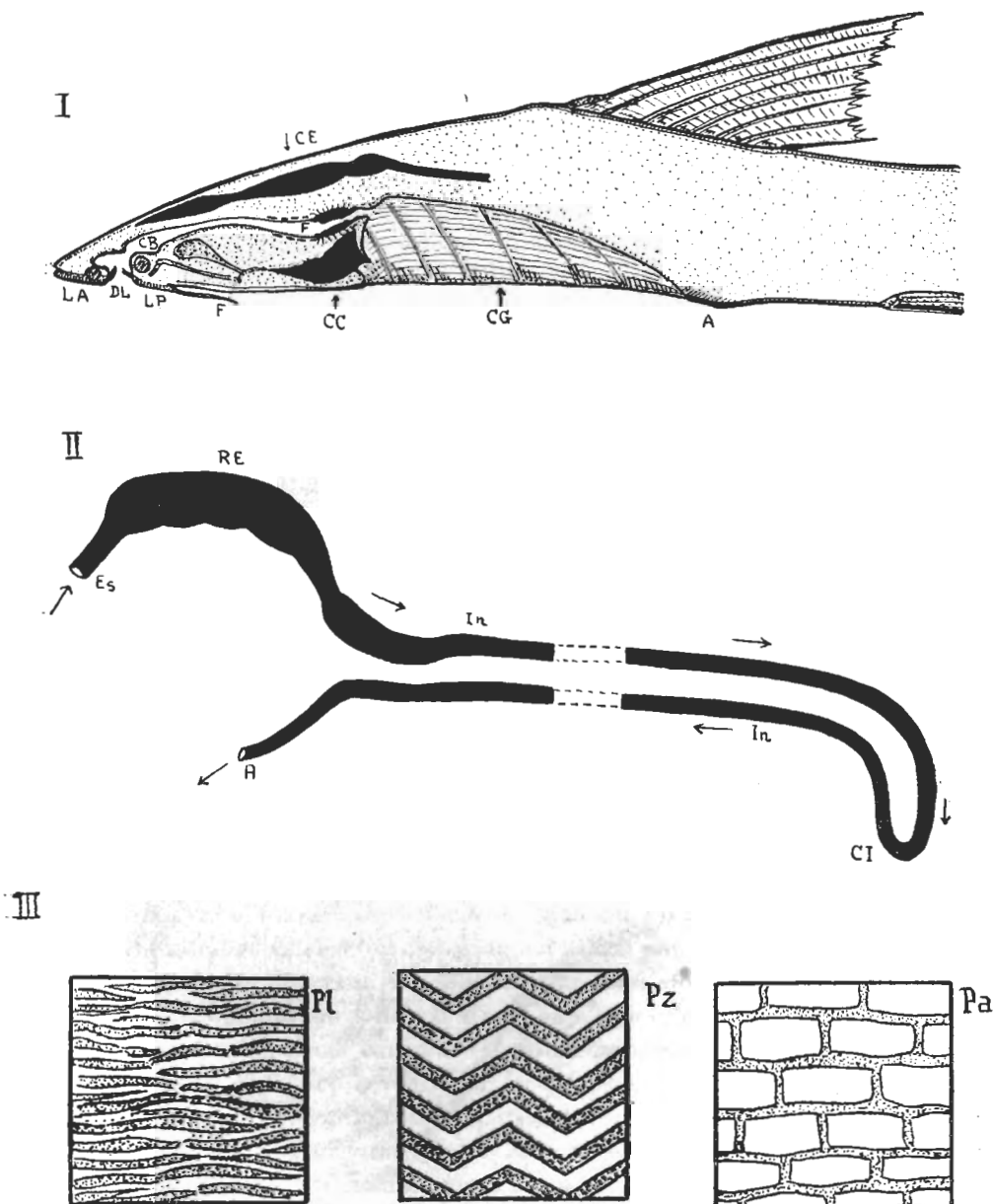


Fig. 3. — I, Corte sagital de *Loricaea vetula*; *CB*, cavidad bucal; *LA*, labio anterior; *LP*, labio posterior; *DL*, dientes labiales; *F*, filamento o barbilla labial; *E*, huesos faringeos; *CE*, cavidad encefálica; *CC*, cavidad cardíaca; *CG*, cavidad general; *A*, ano. : II, Representación esquemática del conducto gastrointestinal de *L. vetula*; *Es*, esófago; *RE*, región estomacal; *In*, intestino; *CI*, cada de inversión; *A*, ano. : III, Representación esquemática del relieve de la mucosa gastrointestinal en *L. vetula*; *Pl*, pliegues longitudinales de la región gástrica; *Pz*, pliegues en zig-zag del primer segmento intestinal; *Pa*, pliegues alveolares del segundo segmento intestinal.

gulo aproximadamente isósceles, con la base anterior y el vértice posterior coincidiendo con el ano. Es más alta anteriormente, lugar éste ocupado por la parte arrollada del tubo digestivo; en relación al tamaño del cuerpo es pequeña, y se extiende hacia atrás hasta la línea que pasa por la mitad de la base de la aleta dorsal (fig. 3, I.)

El conducto gastrointestinal se dispone sobre el piso de la cavidad general, en forma espiralada con las vueltas en dos planos: uno dorsal y otro ventral (fig. 4, II y IV). La masa total del conducto y las glándulas anexas ocupan normalmente los $2/3$ del volumen total de la cavidad general. Pero se observó en una hembra madura de *L. anus*, posiblemente en el momento anterior a la evacuación ovárica, que las vísceras digestivas se hallaban proyectadas y comprimidas hacia la parte más anterior de la cavidad general, ocupando aproximadamente $1/4$ de dicha cavidad. En otro ejemplar hembra juvenil, las vísceras digestivas ocupaban la mitad del volumen de la cavidad general. Se infiere por lo tanto que entre macho y hembra existe una diferencia en cuanto al desplazamiento de las vísceras digestivas, motivada por el desarrollo de los ovarios.

A continuación del esófago existe un ensanchamiento de eje incurvado, como una semiluna, de mayor diámetro que el resto del intestino, que puede ser considerado como un estómago, pero sin delimitación anatómica neta con el resto del conducto (fig. 4, I y III). En *L. vetula* la región gástrica es más evidente que en *L. anus* (fig. 3, II). La longitud de esta región representa de $1/8$ a $1/10$ de la longitud total del conducto gastrointestinal, y se halla ubicada dorsalmente hacia el lado derecho. El espesor de la pared es mayor que la del esófago e intestino.

El examen histológico de la pared de la región gástrica en *L. anus*, revela la existencia de una capa muscular bien desarrollada (Lám. VI, fig. 1) y un epitelio, que tapiza los pliegues, con células caliciformes.

Al binocular se observa que la superficie interna presenta pliegues longitudinales y ondulados, que continúan a los del esófago; pero aquí son más altos y apretados. Estos se continúan hasta una zona no bien delimitada, en la que comienza el intestino, el que en su parte inicial es de mayor diámetro que el resto. Aquí aparecen otros pliegues en zig-zag longitudinal que se mezclan con los anteriores (fig. 3, III).

En un ejemplar de *L. vetula* con largo standard de 328 milímetros, y longitud total del conducto gastrointestinal de 567 milímetros, la región estomacal comprendía 56 milímetros. En los 19 milímetros siguientes, los pliegues longitudinales gástricos se hallaban mezclados con otros en zig-zag también de sentido longitudinal. Recién en la región siguiente a estos 19 milímetros se presentó únicamente la estructura en zig-zag característica del intestino.

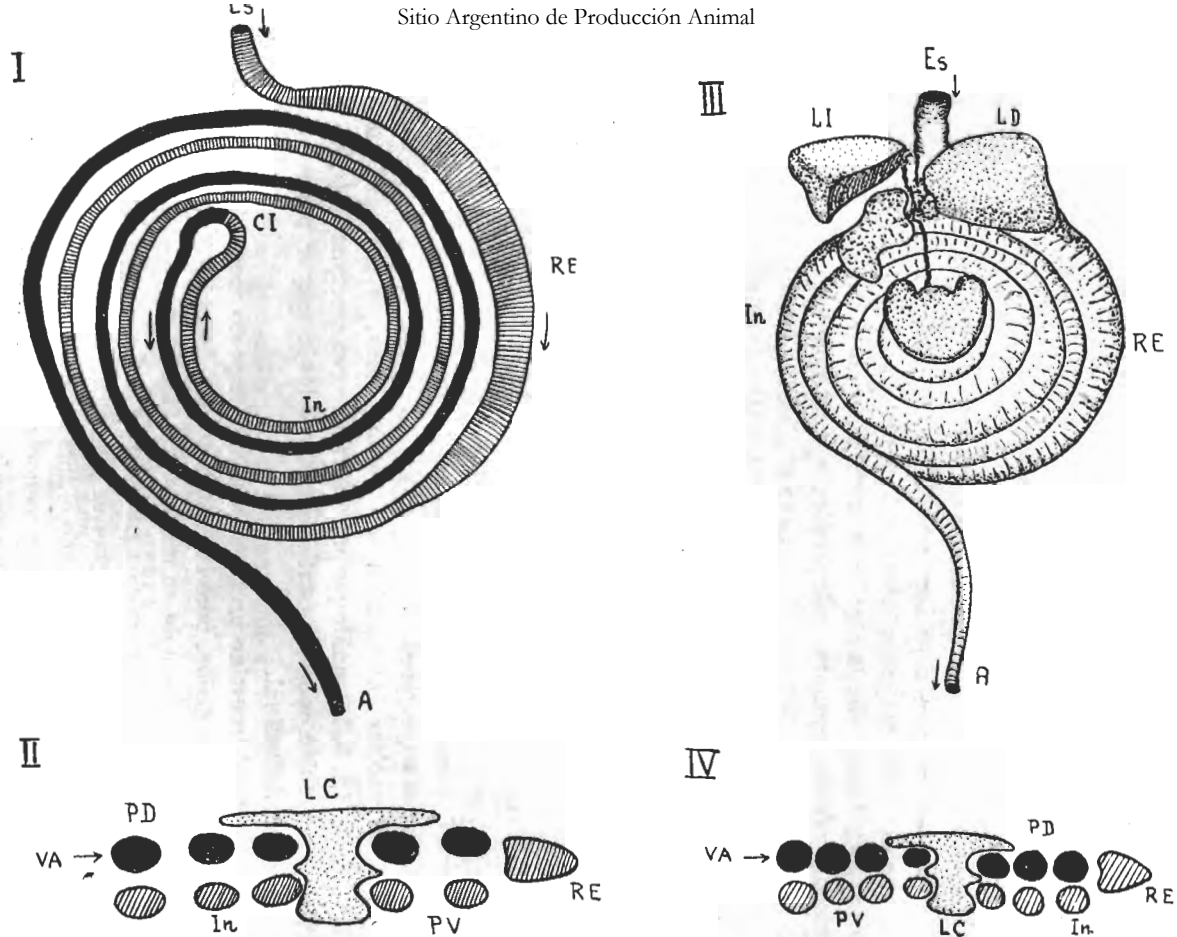


Fig. 4. — I. Proyección del conducto gastrointestinal de *Loricaria vetula* para mostrar el sentido de conducción del alimento (parte rayada, sentido del movimiento de las agujas de un reloj y parte llena sentido inverso). Vista dorsal. II, Corte transversal esquemático de las vueltas intestinales con el lóbulo hepático central. III, Aspecto general del conducto gastrointestinal y glándulas anexas en *Loricaria anus*. Vista dorsal. IV, Corte transversal esquemático de las vueltas intestinales con el lóbulo hepático central. Es, esófago; RE, región estomacal; CI, codo de inversión; In, intestino; A, ano; LD, lóbulo hepático derecho; LI, lóbulo hepático izquierdo; LC, lóbulo hepático central; PD, plano dorsal; PV, plano ventral; VA, vuelta anal.

Es por ello que la parte que continúa a la región gástrica debe ser considerada como una zona de *transición gastrointestinal*. Esta puede diferenciarse morfológicamente del resto del intestino, por un mayor diámetro.

El *intestino* es largo y presenta una disposición semejante a la de los renacuajos de batracios anuros. Está arrollado en espiral alrededor del tercer lóbulo hepático o central (que ocupa la parte central de las vísceras digestivas), con un aspecto similar, según Norman (24 : 170), a la espiral metálica de la cuerda de un reloj. Esta disposición constituye una característica de la organización del conducto gastrointestinal en los representantes del género *Loricaria* (Lám. I, figs. 1 y 2).

Las vueltas o espiras intestinales se disponen en dos planos horizontales, superpuestos, con la siguiente orientación : a partir de la región estomacal que se presenta independiente y no alcanza a una vuelta completa, continúan 3-4 vueltas, pero en el plano ventral con el mismo sentido del movimiento de las agujas de un reloj ¹ que finaliza sobre el tercer lóbulo hepático; desde aquí comienza el segundo segmento intestinal que también comprende 3-4 vueltas, pero en el plano dorsal y de sentido inverso ². Como puede notarse, en el primer segmento el sentido de transporte del alimento va desde el esófago hacia el tercer lóbulo hepático, en el segundo desde el tercer lóbulo hepático hacia el ano (fig. 4, I-IV). En el límite entre ambos segmentos el intestino forma un *codo de inversión*, bien marcado y fijo al tercer lóbulo hepático. Mediante un corte vertical y transversal de las vueltas intestinales (fig. 4, II y IV) puede notarse que el sentido de conducción es inverso en los dos planos superpuestos.

Cuando las vueltas intestinales son desarrolladas, se presenta un *doble conducto* (fig. 3, II), unido por un mesenterio con reservas de tejido adiposo, que también cubre en cantidades variables la mayor parte del conducto gastrointestinal.

Exteriormente el intestino presenta el mismo aspecto morfológico en la totalidad de su extensión, pero interiormente se observan diferencias en la disposición del relieve de su mucosa. En el primer segmento comprendido entre la zona de transición gastrointestinal y el codo de inversión, se observan al binocular pliegues en zig-zag anguloso, longitudinales, y visibles desde el exterior cuando el intestino se encuentra lleno de alimento. Entre ellos existen pliegues menores de disposición irregular, que forman una estructura alveolar o en criptas, tal como hace referencia Bridge (42 : 63), para otras especies. Hacia la zona terminal de este segmento, los pliegues no presentan un zig-zag tan anguloso, sino que se

¹ y ² Observado el pez dorsalmente.

transforman en pliegues longitudinales con una ligera ondulación, y al mismo tiempo se acentúa más la estructura alveolar. En el codo de separación de ambos segmentos, se observa que la estructura alveolar es más pronunciada en el lado cóncavo.

En el segundo segmento intestinal, que va desde el codo hasta el ano, los pliegues longitudinales, continuación de los del segmento anterior, son menos pronunciados y más rectilíneos. La estructura alveolar se acentúa mucho más, y en el tramo final, que corresponde a la porción rectal, sólo se observa la estructura alveolar (fig. 3, III). Cabe interpretar este hecho como un aumento de la superficie de la mucosa intestinal, a los efectos de la función de absorción.

El intestino finaliza en el ano, por medio de un *recto* corto, casi del mismo diámetro.

La estructura histológica del intestino de *Loricaria anus* es similar a la de la región estomacal, con la sola excepción de presentar la capa muscular de espesor más reducido. Relacionando esta comprobación con la estructura de la región estomacal, se infiere que desde el punto de vista anatómo-histológico no existen diferencias fundamentales en las diversas regiones del conducto gastrointestinal. Este hecho característico para *Loricaria anus*, corresponde con las conclusiones de Beauvilet (36 : 640) con respecto a la fisiología del aparato digestivo de los peces sin estómago diferenciado. Según el autor, los peces ciprínidos omnívoros presentan un conducto gastrointestinal indiferenciado, con la misma estructura y actividad fisiológica en la totalidad de su extensión.

En *L. anus* el número de vueltas intestinales es mayor que en *L. vetula*; mientras en la primera generalmente existen 4 vueltas en un mismo plano, en la segunda sólo se observan 3.

Hígado. — En los representantes del género *Loricaria* esta glándula se halla bien desarrollada, con íntimas conexiones al conducto gastrointestinal.

Presenta tres lóbulos asimétricos. Dos son anteriores y están ubicados entre las vísceras digestivas y la pared anterior de la cavidad general¹, pasando el esófago entre ellos. El izquierdo (observando dorsalmente al conducto gastrointestinal), es más pequeño y presenta una forma aproximadamente piramidal; el derecho es de mayor tamaño, cubre la porción inicial del conducto gastrointestinal, y presenta prolongaciones que se insinúan entre los órganos vecinos. El tercer lóbulo está separado de los anteriores, y ubicado en el centro de las vueltas intestinales. Tiene la forma de un carretel de eje vertical, cuyo cuerpo

¹ Formada por los procesos escapulares.

cilíndrico presenta las impresiones helicoidales de las vueltas del intestino; de las dos extremidades o caras, la superior o dorsal es más extensa que la inferior o ventral (fig. 4, II, III y IV). En algunos ejemplares se observó que la cara superior presentaba a su alrededor lóbulos suplementarios pequeños que establecían una solución de continuidad con los lóbulos anteriores, tanto en *L. vetula* como en *L. anus*.

El codo de inversión, que separa a los segmentos intestinales, presenta conexiones con el lóbulo central.

Los lóbulos del hígado desembocan en la porción inicial de la región gástrica, en el punto próximo al lugar donde están los ciegos esofágicos en *L. anus*, o en la zona límite entre el esófago y la región gástrica en *L. vetula*.

La desembocadura del conducto colector del hígado ocurre en el mismo lugar que en los peces sin estómago diferenciado (*Cyprinidae*), estudiados por Beauvalet (36: 640).

El hígado de *L. vetula* es más voluminoso que el de *L. anus*, especialmente el lóbulo central. En un ejemplar de *L. vetula*, cuyo hígado tenía un peso total de 6 gramos, el lóbulo central pesaba 3.5 gramos.

C. *Adaptaciones al régimen alimenticio y relaciones morfométricas.*

En los representantes estudiados del género *Loricaria*, las adaptaciones al régimen alimenticio se ponen en evidencia por un lado, en la forma, estructura y función de la cavidad bucofaríngea, forma, disposición y dimensiones del conducto gastrointestinal y glándulas anexas; y por otro por las relaciones morfométricas del conducto gastro intestinal con respecto a la longitud del cuerpo (largo standard).

Cavidad bucofaríngea. — Relacionando la configuración anatómica de la boca, con las costumbres o hábitos, y género de nutrición de estos peces, se ponen de manifiesto las adaptaciones a las siguientes funciones:

1° — En los labios:

- a) adhesión al substractum;
- b) selección y aprehensión de los alimentos;
- c) coadyuvante de la succión de los alimentos.

2° — En la faringe (dientes faríngeos):

- a) trituración o desmenuzamiento de los alimentos;
- b) deglución de los alimentos.

3° — En los arcos branquiales (branquioespinas)

- a) filtración del fango y alimentos.

4° — En la cavidad bucal

- a) succión de la masa alimenticia.

En *L. anus* parecería que la función de adhesión se manifiesta con mayor intensidad por tener labios muy carnosos, de mayor superficie, gran número de papilas adhesivas y dientes rudimentarios, poco numerosos. Los alimentos, por la gran protractilidad de los labios, son tomados del fondo sin una mayor función selectiva. Por los caracteres antedichos los labios bucales coadyuvan eficientemente a la succión del alimento.

En *L. vetula* la adhesión no es muy manifiesta; sus labios tienen la función de seleccionar y aprehender los alimentos, dado que la superficie labial es más reducida, presentando un gran número de filamentos táctiles y menos papilas adhesivas; los dientes más desarrollados y numerosos arrastran, toman e incorporan el alimento a la cavidad bucal.

Observando en cortes sagitales la cabeza de ambas especies, la configuración y tamaño de la cavidad bucofaríngea, da la impresión que en *L. anus* se realiza una función preferentemente *suctora* y *desgarrante*, mientras que en *L. vetula* se halla más adaptada a una función de *aprehensión* y *trituration* (fig. 3, I).

Los dientes faríngeos de las dos especies, presentan una configuración en estrecha dependencia con la naturaleza de los alimentos. En *L. anus*, la superficie de las placas faríngeas es menor, los dientes son agudos y destinados a una función de *desmenuzamiento* y *desgarramiento*; en cambio en *L. vetula* los dientes son pavimentosos, las placas de mayor superficie y su función es evidentemente de *trituration*. Relacionando estas adaptaciones de la cavidad bucofaríngea con los resultados de los análisis del contenido gastrointestinal, se puede destacar el hecho que *L. anus*, presenta una cavidad bucofaríngea adaptada a succionar, desmenuzar y desgarrar la comida, compuesta principalmente por fango y larvas de *Chironomidae*; mientras que la de *L. vetula*, que se halla adaptada a la trituration, su alimento principal está constituido por fango y microgasterópodos. Es decir, que en ambas especies hay una preparación mecánica del alimento antes de ser introducido al esófago. Esta conclusión concuerda con lo que Pellegrin (78; 127) constató para ciertas especies del género *Orestias*, que presentan diversos tipos de dientes faríngeos adaptados a la naturaleza de los alimentos. La estructura de los arcos branquiales, con referencia a tamaño, disposición y número de las branquiespinas muestra que el aparato filtrador de ambas especies se halla relacionado con el tipo de régimen alimenticio. En *L. anus* este aparato está adaptado a la filtración de una comida más fina; mientras que en *L. vetula* la adaptación corresponde a una comida más diversa y de partículas de mayor diámetro.

Conducto gastrointestinal. — Como caracteres de adaptación al régimen alimenticio se pone en evidencia que :

- a) no existe una delimitación neta de la región estomacal, como ocurre en los peces carnívoros; es un carácter típico de los peces omnívoros con dientes faríngeos, en razón de la preparación mecánica de los alimentos en la cavidad bucofaríngea;
- b) en el conducto gastrointestinal el relieve de la mucosa tiene un gran desarrollo. La superficie interna se halla acrecentada por la presencia de pliegues longitudinales principales y otros secundarios de conexión. Esta característica demuestra un aumento de la superficie de digestión y absorción. La disposición y la estructura histológica del mismo tipo, evidencian que la función digestiva está difundida uniformemente en toda la extensión del conducto.

Relaciones morfométricas. — Desde el punto de vista del *coeficiente intestinal* se constató que los valores oscilan entre 0.8 y 2.3 es decir que la longitud del conducto gastrointestinal representa de una a dos veces el largo standard (ver tablas págs. 255 y 256).

Estos valores tienen una amplitud de variación mayor en *L. anus* y al mismo tiempo alcanza los máximos valores (2.3); el valor del coeficiente medio es de 1.7. En *L. vetula* el conducto gastrointestinal es más corto, y los valores son más constantes y más bajos, con un valor medio de 1.3.

Estas diferencias pueden ser relacionadas con la presencia de dientes triturantes en *L. vetula*, en concordancia con la naturaleza y calidad del alimento. En *L. anus*, donde no existe un aparato triturante perfeccionado, la longitud del intestino es mayor. Se comprobó además que en los ejemplares juveniles de ambas especies, el coeficiente es más bajo, alcanzando valores entre 0.8 y 1.3; por otra parte, en los adultos de gran talla se evidenció la tendencia al aumento del diámetro del conducto digestivo.

El *coeficiente celomático* es más o menos el mismo para ambas especies, y oscila entre 0.16 y 0.26 con los valores máximos en los ejemplares grandes (ver tablas págs. 255 y 256). Esta relación, que representa 1/5 del largo standard, es baja en comparación con otras especies de *Nematognathi*, y es debida a la disposición espiral en planos horizontales del conducto gastrointestinal. Esta disposición espiralada significa una economía del espacio en la cavidad general, pero la longitud del conducto se mantiene en base al arrollamiento.

Los valores de la relación entre el peso total del cuerpo y el peso del conducto gastrointestinal y glándulas anexas (relaciones gravimétricas) oscila para los ejemplares adultos entre 3.5 % y 6 %.

En síntesis, todos los datos anteriores, relativos a la morfología y anatomía del aparato digestivo, a las relaciones morfométricas y los resultados del análisis del contenido gastrointestinal, permiten llegar a la conclusión de que *L. anus* y *L. vetula* deben ser considerados como peces omnívoros, que consumen preferentemente organismos animales y fango.

Las principales adaptaciones del aparato digestivo, en concordancia con el régimen alimenticio y el habitat de la nutrición, se manifiestan en la cavidad bucal por su ubicación y configuración, en la presencia de dientes faríngeos especializados, en la forma y estructura del conducto gastrointestinal, y por las relaciones morfométricas características.

2. Tipo iliófago en «*Plecostomus plecostomus*» (L.), «*P. commersoni*» (Val.) y «*P. punctatus*» (Cuv. y Val.)

El material estudiado pertenece a las tres especies arriba mencionadas, que comprende ejemplares juveniles y adultos de distintas procedencias (ver cuadro pág. 166); en general se comprobó que no hay diferencias fundamentales, ni en el régimen alimenticio, ni en la anatomía del aparato digestivo, entre los individuos de estas especies.

A. *La nutrición natural.* — Así como en *Loricaria*, no existen investigaciones especiales que abarquen en conjunto el problema de la alimentación en los representantes del género *Plecostomus*. Según los trabajos de Weyenbergh (87:68) y Rauther (81:517-518) estos peces se nutren en la región del fondo, consistiendo su comida en detritus vegetal y animal, fango y diatomeas. Bade (6:193) y Arnold y Ahl (4:277), en base de observaciones hechas en acuarios, consideran a *Plecostomus* como un pez omnívoro, que se alimenta simultáneamente de algas y organismos animales de la fauna bentónica. Puyo (80:152), en su estudio de los peces de la Guayana francesa, refiriéndose a la nutrición de *Plecostomus* (*P. watwata* Hancock), manifiesta que es un pez omnívoro sin dar mayores detalles.

En un estudio más completo, Azevedo (63:212-213), se refiere al problema de la nutrición natural y a la estructura del conducto gastrointestinal en *Plecostomus plecostomus*. El autor considera que esta especie se alimenta de algas, y que presenta un aparato digestivo adaptado a su régimen alimenticio. El examen del contenido gastrointestinal, le reveló además la presencia de detritus orgánico, con arena y diatomeas en gran cantidad, no encontrando diferencias en la nutrición de las lar-

vas, ya que éstas consumen algas y fango desde sus primeros días ¹.

De las observaciones de estos autores se deduce que el régimen alimenticio de *Plecostomus*, depende de los caracteres fisiográficos y biológicos del habitat de la nutrición, pudiendo ser al mismo tiempo, un pez omnívoro o iliófago.

Los resultados de los análisis del contenido gastrointestinal de los ejemplares del Río Uruguay y Río de la Plata, ponen en evidencia que *P. plecostomus*, *P. commersoni* y *P. punctatus* presentan el mismo tipo de régimen alimenticio, y su comida principal está compuesta por fango de tipo arenoso o arcilloso, detritus orgánico y diatomeas. El fango predomina cuantitativamente y forma en el conducto intestinal, cuando está lleno, un cordón alimenticio compacto y cilíndrico de la misma longitud que la del intestino.

El examen microscópico mostró que este cordón contiene partículas de arcilla, cuarzo muy desmenuzado y detritus orgánico en forma de restos de tejidos vegetales, restos de crustáceos del plancton (raros), espículas de esponjas y muy abundante diatomeas (Lám. III, fig. 2). Estas últimas viven en la región del fondo o en la capa de agua inmediatamente próxima, y la mayoría pertenecen a los géneros *Synedra*, *Navicula*, *Surirella*, *Cymbella*, *Amphora*, *Caloneis*, *Gomphonema*, *Closterium*, *Nitzschia*, *Melosira*, *Cyclotella*, *Coscinodiscus*, *Fragilaria*, *Scenedesmus*. Las más abundantes fueron *Synedra*, *Melosira* y *Navicula*. En algunos ejemplares del Río de la Plata se observó la presencia de algas filamentosas, como *Oedogonium* y *Cladophora*. Los organismos animales son muy raros, y en un ejemplar del Río Uruguay fueron halladas algunas larvas de *Chironomidae*, de las que viven en fango arenoso; y en otro del Río de la Plata se hallaron también larvas de *Chironomidae* y microgasterópodos en número muy reducido.

Se puede establecer que los componentes principales de la comida de los representantes del género *Plecostomus*, son por una parte la materia orgánica del fango (substractum muerto) y, por otra, las diatomeas del bioderma vegetal del mismo (substractum vivo). La nutrición de ejemplares juveniles y adultos no presenta diferencias marcadas, y posiblemente, tampoco los ejemplares de distintas especies y habitats diferentes, constituídos estos últimos por aguas corrientes o estancadas de la región de llanura.

En algunos ejemplares examinados de *Plecostomus borellii* Boul. del Río Uruguay, y en un solo ejemplar de *Rhinelepis aspera* Spix del Río

¹ Los ejemplares estudiados por AZEVEDO proceden de un habitat con fondo pedregoso, rico en algas.

de la Plata, se encontró el mismo contenido que en las tres especies de *Plecostomus* estudiadas, con la diferencia que en *P. borellii* el detritus vegetal era muy abundante. Este hecho muestra que las variaciones cuantitativas de los componentes del contenido, están en relación con la naturaleza del fondo ¹.

En conclusión, los representantes del género *Plecostomus* pueden ser considerados como comedores de la región del fondo, es decir que el habitat de la nutrición es la región bentónica; con un fondo blando de fango y arena que presenta un bioderma de diatomeas bien desarrollado. Por lo tanto, el régimen alimenticio de estos peces en las aguas de la región de llanura, es de tipo *iliófago*, semejante al de los representantes del género *Prochilodus*, iliófagos típicos de la fauna íctica sudamericana.

B. *Descripción del aparato digestivo.* — Los órganos del aparato digestivo en *Plecostomus* se presentan, en líneas generales, con la misma disposición y ubicación que en *Loricaria*, pero la cavidad bucofaringea y la cavidad general, ocupan un mayor espacio en relación al volumen del cuerpo. La configuración y disposición del tubo digestivo se halla en estrecha dependencia con el género de vida y la forma del cuerpo. *Plecostomus* presenta algunas adaptaciones especiales en relación con el régimen alimenticio, las cuales imprimen características propias en la organización del aparato digestivo.

Cavidad bucofaringea. — La boca es de posición ventral y presenta exteriormente el aspecto de una ventosa, bordeada por dos labios semi-circulares. El labio anterior carnoso y móvil, está provisto de dos hileras de dientes apoyados sobre las ramas intermaxilares, y termina hacia atrás en dos cortas barbillas ubicadas sobre la comisura. El labio posterior, más grande y carnoso, posee dos hileras oblicuas de dientes, asentadas sobre las ramas mandibulares, que presentan en conjunto la forma de una V de abertura anterior. Ambos labios tienen en toda su extensión, exceptuando las zonas dentarias, papilas adhesivas; éstas se hallan en gran número y tienen casi el mismo tamaño (Lám. II, fig. 1).

El orificio bucal es de la misma forma, pero mayor que en *Loricaria*; está rodeado por dientes pequeños, juntos, córneos y encorvados hacia el centro del mismo; forman verdaderos rastrillos, cuya función es la de arrastrar la superficie del substractum con los alimentos. Los labios desempeñan la función de remover el fondo y, al mismo tiempo, de adherir a éste.

La cavidad bucal es de forma oval aplanada; se caracteriza por la presencia en su cara superior, de una *trascavidad* de contorno elíptico

¹ Los ejemplares de *P. borellii* proceden del arroyo Itacua, afluente del Río Uruguay, con vegetación litoral abundante y fondo fangoso.

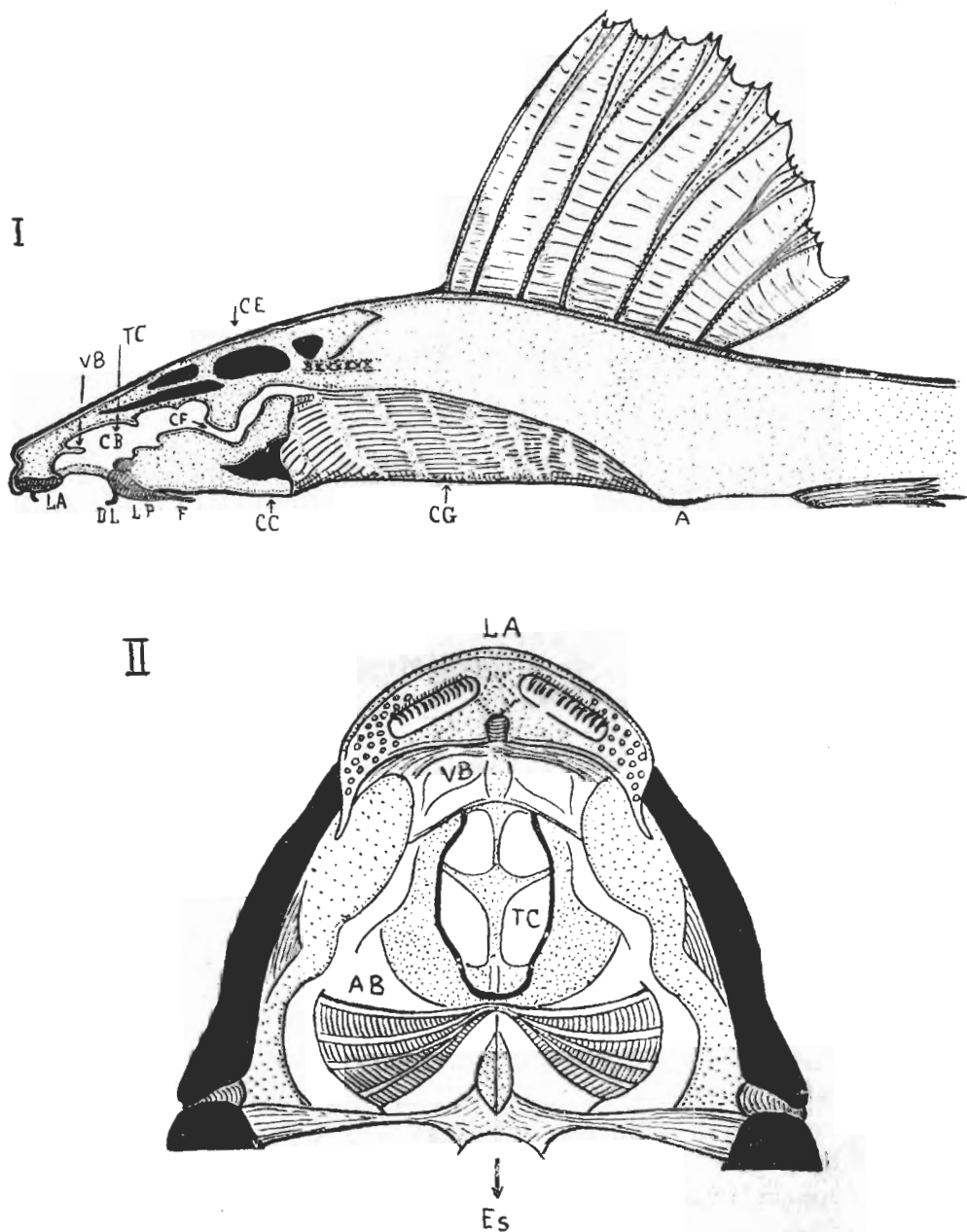


Fig. 5. — I, Corte sagital de *Plecostomus commersoni*; II, Corte transverso-horizontal de la cabeza a nivel de la comisura bucal: LA, labio anterior; LP, labio posterior; F, filamento o barbilla labial; DL, dientes labiales; VB, válvula bucal; TC, transeavidad; CF, cavidad faríngea; CE, cavidad encefálica; CC, cavidad cardíaca; CG, cavidad general; Es, esófago; A, ano; AB, arcos branquiales.

(fig. 5, I y II), bordeada periféricamente por un repliegue membranoso, el que en la parte anterior toma mayor desarrollo y constituye una verdadera válvula bucal denominada por Rauther (81 : 510), válvula respiratoria (« Atemklappe »). La trascavidad se corresponde en el piso de la cavidad bucal con un promontorio, limitado adelante y atrás por repliegues transversales de la mucosa. Por esta disposición se hace más eficiente la succión del fango con alimentos.

La cavidad faríngea es aplanada. Los huesos faríngeos se presentan con la misma disposición y ubicación de *Loricaria*, pero son más pequeños y de aspecto cartilaginoso. Los dientes faríngeos son rudimentarios, y se perciben sólo al tacto; al binocular se presentan como dientes agudos, aislados y poco numerosos, formando parches viliformes.

Los arcos branquiales con las branquioespinas laminares, delgadas, numerosas y muy apretadas, constituyen un aparato filtrador mucho más eficiente que en *Loricaria*, y sirve para filtrar una comida de grano más fino.

Esófago. — La longitud del esófago es mayor que en *Loricaria* y se presenta encorvado, describiendo una S itálica acostada. Se halla bien diferenciado del resto del tubo digestivo; sus paredes son musculosas y gruesas; la superficie interna es muy característica por la presencia de pliegues mucosos en zig-zag transversal, perpendiculares al eje del conducto. Estos pliegues se recubren parcialmente, es decir se presentan imbricados (Lám. III, fig. 1). Hacia la desembocadura en el estómago, los pliegues se hacen longitudinales y presentan sobre el orificio cardíaco mayor altura, constituyendo un esfínter.

El examen histológico muestra un gran desarrollo de la capa muscular; ésta se presenta con fibras dispuestas circularmente. El tejido muscular es estriado; el corion o dermis de la mucosa forma una capa de bastante espesor que se insinúa en el interior de los pliegues, y no presenta glándulas. El epitelio es poliestratificado con células caliciformes, más abundantes en el fondo de los pliegues de la mucosa (Lám. VI, fig. 2).

De acuerdo a la configuración y estructura del esófago, se puede deducir que la masa fangosa, además de ser transportada, es al mismo tiempo lubricada y fraccionada.

La acción de fraccionamiento de esta masa se infiere del hecho de haber constatado en el estómago la presencia de pequeños bolos de fango, y nunca una masa compacta como ocurre en *Prochilodus*¹.

En síntesis, el esófago cumple tres funciones: conducción, lubrica-

¹ En los ejemplares del río Uruguay, conservados en perfectas condiciones, se comprobó la presencia de estos bolos en todos los casos.

ción y fraccionamiento de la masa alimenticia. De existir una función química, su comprobación escapa a las posibilidades del presente trabajo, ya que sólo podría demostrarse fisiológicamente.

Conducto gastrointestinal. — Este conducto y sus glándulas anexas, ocupa casi totalmente la cavidad general, y se presenta en la misma situación que el de *Loricaria*. En relación con el largo standard del cuerpo, la cavidad general tiene mayor desarrollo; se extiende hacia atrás hasta la línea que corresponde casi con el fin de la base de la aleta dorsal (fig. 5, I); al corte sagital presenta la forma de un semiovoide con el polo mayor dirigido hacia adelante.


Estómago. — Al contrario de lo que ocurre en *Loricaria*, los representantes del género *Plecostomus* presentan un estómago bien diferenciado del resto del tubo digestivo, tanto por su conformación como por su ubicación. Está situado dorsalmente, descansando sobre una concavidad que le forma la masa intestinal, y su cara superior en relación con el techo de la cavidad general, separado de éste por el peritoneo dorsal. En esta zona el estómago contrae una adhesión con el peritoneo. Por su forma difiere de la de los demás peces cuyo estómago presenta una región cárdica voluminosa y alargada, y otra pilórica pequeña y musculosa. En *Plecostomus*, el estómago presenta la forma de un saco aplinado dorso-ventralmente, que avanza hacia la parte anterior por medio de dos prolongaciones: la izquierda (visto dorsalmente), que es la que corresponde a la región cárdica, recibe el esófago; y la derecha, que corresponde a la región pilórica, se continúa con el intestino. Entre estas dos regiones, se extiende hacia atrás una región ciega, abollonada, en fondo de saco y muy elástica, que constituye el cuerpo del estómago o región fúndica dirigido hacia la región caudal (fig. 6, I). En los ejemplares juveniles, el estómago es más pequeño, posee la forma de un tubo encorvado en U, y se halla alojado en el cuadrante anterior derecho de la cara superior del conjunto de las espiras intestinales.

En el límite de separación entre estómago e intestino se constata, interiormente, la presencia de un esfínter pilórico bien desarrollado (Lám. III, fig. 1).

Al examen macroscópico de un estómago abierto (Lám. III, fig. 1), se evidencia en la región cardíaca la existencia de pliegues; éstos son encorvados, siguen el eje del órgano y van perdiendo altura para desaparecer hacia la región del fondo de saco. En la región pilórica los pliegues vuelven a hacerse más notables. Cuando el estómago está lleno de contenido nutritivo no se halla dilatado, y presenta una forma de tubo encorvado en U.

El examen histológico de la pared del estómago muestra que hay tres zonas con diferente estructura:

- a) la región cárdica, con estructura similar a la del esófago;
- b) la región fúndica, caracterizada por presentar una mucosa con epitelio simple y una gran irrigación capilar (Lám. VII, fig. 1); y
- c) la región pilórica que también posee un epitelio simple y que se diferencia de la región anterior, por poseer gran número de glándulas tubulares mucosas sin presentar una gran irrigación capilar (Lám. VII, fig. 2).

Al parecer, el estómago de *Plecostomus* desempeña dos funciones: una de *respiración aérea suplementaria* y otra de *digestión*. 

La función respiratoria fué señalada por Jobert (75) y Weyenberg (87); posteriormente fué objeto de un estudio más completo por Rauther (81) y Carter (67) en base a observaciones histológicas y anatómicas comparativas. Rauther admite que si bien es cierto que es un órgano preferentemente respiratorio, la función digestiva no puede desecharse por completo (pág. 521). Pero Carter sustenta la opinión que el estómago de *Plecostomus* (*P. plecostomus* L.), sólo desempeña una función respiratoria aérea suplementaria, y no una función digestiva (pág. 233).

En las investigaciones realizadas en el presente trabajo se comprobó, al extraer el estómago de ejemplares vivos, que éste se presenta dilatado, con la pared transparente muy irrigada, lleno de aire, el cual es mantenido por contracciones musculares al nivel de la desembocadura del esófago e intestino. Al cortar esófago e intestino a corta distancia de las zonas contraídas, el aire no escapó.

Es evidente que la función principal del estómago de *Plecostomus* es respiratoria, dada la presencia de capilares sanguíneos en gran cantidad, pero no puede negarse la existencia de una función de índole digestiva. En razón de la estructura glandular de las regiones cárdica y pilórica, la presencia de alimento en forma de pequeños bolos de fango y el hallazgo de parásitos específicos del conducto gastrointestinal, se puede inferir la opinión que el estómago de *Plecostomus* desempeña cierto papel en la función digestiva.

En casi todos los ejemplares de *Plecostomus plecostomus* provenientes del Río Uruguay, fueron hallados en sus estómagos gran número de Trematodes parásitos. Según el doctor L. Szidat, se trata de parásitos del tubo digestivo, pertenecientes a la familia *Hemiuridae* propios de la región esofágica y gástrica, y *Haploporidae* propios del conducto intestinal.

Es evidente que el estómago es una vía de tránsito del alimento (acción mecánica de transporte del esófago al intestino); la función química no fué comprobada, ya que excede el propósito del presente estudio.

Intestino. — La parte más característica del aparato digestivo es el intestino arrollado en numerosas espiras, en razón de su enorme longitud. Las vueltas intestinales están distribuídas en 6-8 capas superpuestas, dispuestas en planos más o menos horizontales, apoyados sobre el piso de la cavidad general (fig. 6, I, II y III).

Las vueltas están arrolladas alrededor de un eje oblicuo de adelante atrás y de arriba abajo, que se corresponde con la ubicación del lóbulo central del hígado (fig. 6, III). La disposición de éstas es semejante a la que se observa en el intestino de los renacuajos de batracios anuros.

Observando dorsalmente las vísceras intestinales, se ve que el intestino se origina de la región pilórica del estómago, se dirige un poco hacia la izquierda, describiendo una curva de concavidad posterior que abraza dorsalmente al esófago. Luego lo hace hacia atrás por la línea media pasando entre la región cardíaca del estómago y el bazo, gana el borde posterior de la masa intestinal, para dirigirse periféricamente y continuarse con numerosas vueltas (fig. 6, I y II).

La disposición espiralada de las vueltas intestinales es muy compleja y no sigue la planificación sencilla de las vueltas de *Loricaria*. El arrollamiento se verifica siempre en un doble conducto cada uno de cuyos segmentos tiene un sentido inverso de conducción; el cambio de sentido ocurre en el codo de inversión.

En la masa intestinal se pueden distinguir de acuerdo al orden del desenrollamiento, cuatro grupos de vueltas (fig. 6, III):

- a) uno periférico y dorsal que luego se hace interno, constituido por la porción inicial y final del intestino;
- b) uno periférico y ventral que luego se hace también interno;
- c) uno interno, arrollado en la extremidad ventral del tercer lóbulo hepático; y
- d) uno también interno subdorsal; aquí se encuentra el codo de inversión.

El sentido de las vueltas, o sentido de conducción del alimento, es el mismo que en *Loricaria*, es decir que más de la mitad del conducto intestinal se presenta arrollado en el sentido del movimiento de las agujas de un reloj; y el otro segmento con sentido inverso⁴. El límite entre los dos segmentos está dado por un codo, fijado al lóbulo hepático central, a nivel del cual se produce el cambio de sentido.

El número total de vueltas, así como el número de las mismas contadas en el plano ventral, no es específico y presenta variaciones indivi-

⁴ Observando el pez dorsalmente.

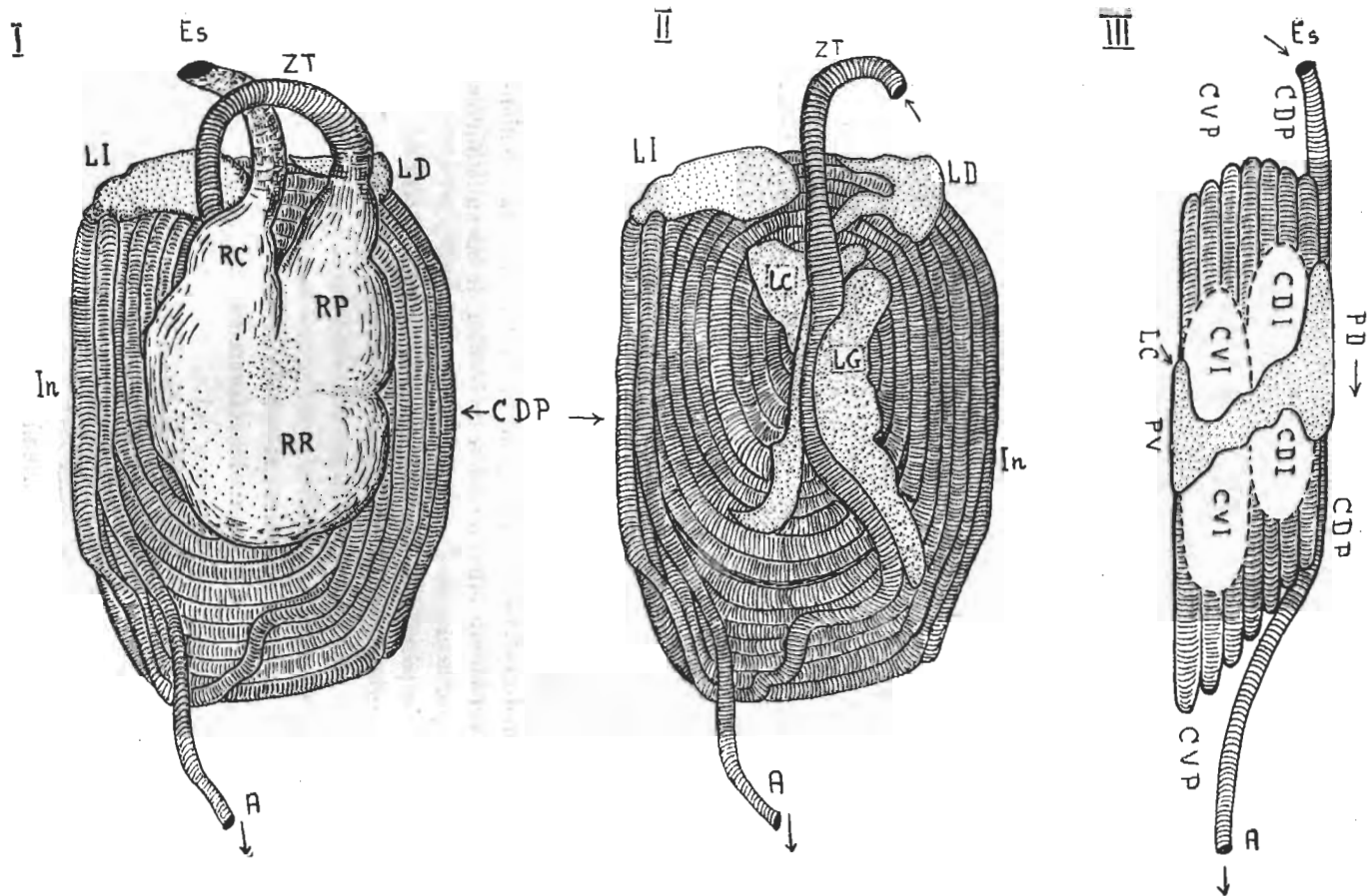


Fig. 6. — Aspecto general del conducto gastrointestinal y glándulas anexas en *Plecostomus plecostomus*. I y II. Vista dorsal con y sin estómago, respectivamente. III. Representación esquemática de un corte longitudinal medio para mostrar los conjuntos de vueltas intestinales. Es, esófago; ZT, zona de transición gastrointestinal; In, intestino; CDP, conjunto dorsal periférico de vueltas intestinales; CVP, conjunto ventral periférico; CDI, conjunto dorsal interno; CVI, conjunto ventral interno; A, ano; PD, plano dorsal; PV, plano ventral; RC, región cardíaca del estómago; RP, región pilórica; RR, región respiratoria; LD, lóbulo hepático derecho; LI, lóbulo izquierdo; LC, lóbulo central; LG, lóbulo gástrico.

duales en relación con la edad y la calidad de los alimentos. El número de vueltas del plano ventral, varía de 5 a 8 en los ejemplares juveniles, y de 10 a 14 en los adultos.

De acuerdo a la configuración anatómica y a la disposición del relieve de la mucosa, pueden ser considerados en la longitud del intestino dos segmentos :

- a) *desde el estómago hasta el codo de inversión.* Este segmento presenta interior y exteriormente, características que permiten subdividirlo en dos porciones: una inicial o *zona de transición gastrointestinal* y otra que constituye el *intestino propiamente dicho*.

La primera es corta, de gran diámetro (doble en comparación con el resto del intestino), que equivale en longitud a la mitad de una vuelta externa. Esta zona en su parte inicial, próxima al estómago, recibe la desembocadura del colédoco, y tiene una superficie interna con pliegues en zig-zag longitudinal de pequeña amplitud, pero altos, apretados e imbricados. Más adelante el zig-zag es más amplio y los pliegues de menor altura (Lám. III, fig. 1).

Los cortes histológicos muestran que la pared de esta zona está constituida por una capa externa muscular lisa y una capa interna mucosa con gran número de pliegues. El epitelio de la mucosa es simple y presenta gran número de células caliciformes.

La desembocadura del colédoco en esta zona de transición, y la estructura glandular característica, denotan que se cumple una función digestiva de índole química muy acentuada: comienza aquí la verdadera simplificación molecular de las sustancias nutritivas, por acción de las diastasas.

La segunda porción o intestino propiamente dicho, está caracterizada exteriormente por su diámetro constante y su pared delgada. La mucosa mantiene la misma estructura, pero los pliegues en zig-zag pierden amplitud, los ángulos son menos marcados y a medida que se aproxima al codo de inversión, los pliegues se transforman en líneas onduladas e interrumpidas que se acentúan más en la región del codo.

- b) *desde el codo de inversión al ano.* Exteriormente presenta el mismo aspecto que la parte final del segmento anterior. En la primera porción de este segmento los pliegues tienen la misma disposición en líneas onduladas interrumpidas; en la porción media estos pliegues se transforman gradualmente en pliegues menos ondulados paralelos, con pliegues transversales de conexión, que en conjunto dan un aspecto alveolar. Hacia la parte

terminal o recto vuelven a aparecer solamente pliegues longitudinales ligeramente ondulados e interrumpidos.

El segundo segmento del intestino presenta una mayor superficie en su mucosa (especialmente en la región alveolar); de lo cual se deduciría que la función de absorción es más acentuada que en el primer segmento. En el codo de inversión, así como también en el recto, la existencia de pliegues longitudinales evidenciaría una acción preferentemente de conducción. El examen histológico de diversos cortes de intestino, pone en evidencia la delgadez de la pared constituida por las mismas capas de la zona de transición gastrointestinal, pero de menor espesor, especialmente las capas muscular y conjuntiva (Lám. VIII, fig. 1).

Glándulas anexas. — El hígado de *Plecostomus* con íntimas relaciones con el conducto gastrointestinal, se presenta dividido en cuatro lóbulos principales de los cuales dos son anteriores y los otros dos se encuentran entre el estómago y las vueltas intestinales (fig. 6, I y II).

Los lóbulos anteriores son asimétricos y están ubicados entre la pared anterior de la cavidad general, y las vueltas intestinales; se distinguen en derecho e izquierdo.

El lóbulo central tiene la forma de un carretel de eje oblicuo y a su alrededor se insinúan las vueltas intestinales, las que contraen mayores contactos que en *Loricaria*.

Por último el lóbulo gástrico se halla ubicado sobre las vueltas intestinales, con una prolongación superior que es abrazada por el estómago; en los ejemplares adultos este lóbulo es cubierto totalmente por el estómago.

Además existen pequeños lóbulos accesorios de tamaño y forma diversos que establecen conexiones entre los lóbulos principales.

Los lóbulos hepáticos desembocan conjuntamente en un colector común que se echa en la porción inicial de la zona de transición gastrointestinal.

C. — *Adaptaciones al régimen alimenticio y relaciones morfométricas.* Las adaptaciones del aparato digestivo de *Plecostomus* aparecen más evidentes que en *Loricaria*, debido al régimen alimenticio más especializado y a la naturaleza de los alimentos. Estas adaptaciones se manifiestan en la organización de la boca (orificio bucal y cavidad bucofaríngea), del conducto gastrointestinal y en sus relaciones morfométricas.

Cavidad bucofaríngea. — La boca es la típica de un animal bentónico, que toma su alimento directamente del substratum fangoso o pedregoso; los labios cumplen una función adhesiva, no solamente para fijar al animal sobre el substratum, sino también permitir la ingestión de la masa fangosa que contiene el alimento o de las algas en un

fondo duro (Azevedo, 63: 211-212); en este último caso la función de arrastre de los dientes labiales se hace más eficaz.

La disposición de la boca para la función suctora es más perfeccionada debido a la presencia de una trasecavidad en la cara superior de la cavidad bucal, y al mayor desarrollo de la válvula respiratoria o bucal, que puede ser considerada como un órgano complementario en la función de ingestión de los alimentos, y no solamente como un órgano coadyuvante de la función respiratoria.

Es interesante destacar la relación entre el tipo monotrófico de nutrición y la naturaleza de los alimentos (físicamente de consistencia blanda y de grano fino), y la atrofia de los dientes faríngeos, así como también la conformación del aparato filtrador. En síntesis los hechos salientes son:

- a) atrofia de los dientes faríngeos;
- b) perfeccionamiento simultáneo del aparato filtrador; y
- c) mayor eficiencia en las funciones de succión y deglución.

Conducto gastrointestinal. — Los caracteres más sobresalientes, en relación con el régimen alimenticio, se manifiestan en el conducto gastrointestinal por los siguientes hechos:

- a) el esófago por su estructura y funciones presenta adaptaciones al régimen alimenticio. No solamente cumple la función de conducción sino que realiza algunas funciones preparatorias de la digestión de los alimentos: función física de lubricación y aglutinación (por acción del mucus) y fraccionamiento, es decir la formación de bolos alimenticios. Desde este punto de vista el esófago podría ser considerado, en lo que se refiere a la acción preparatoria, como un órgano compensador de las funciones gástricas, dado que la principal actividad del estómago es respiratoria;
- b) el gran desarrollo del intestino referido a la composición del alimento y su valor nutritivo. La parte utilizable de la masa fangosa, es decir las sustancias orgánicas en descomposición y las diatomeas, es muy reducida en relación con la masa total ingerida, y son al mismo tiempo alimentos de difícil digestión. Es por ello que el pez debe ingerir grandes cantidades de fango para extraer las sustancias nutritivas necesarias, repercutiendo esto en el aumento del volumen de la cavidad general del cuerpo para alojar al conducto intestinal, que presenta un gran incremento de su longitud. El gran número de vueltas intestinales, no sólo es para el aumento de la longitud, sino también para

asegurar una marcha lenta del cordón alimenticio, a los efectos de permitir la más completa extracción de las sustancias nutritivas. Además la mucosa intestinal muestra por su estructura un aumento de la superficie de digestión y absorción ;

- c) el hígado es grande en comparación con las vísceras intestinales (representa $1/5$ del peso de esta última), pero para mantener la economía del espacio se presenta disperso en varios lóbulos llenando los espacios libres entre la masa intestinal y la cavidad general, así como en el interior de las vueltas intestinales.

Relaciones morfométricas. — El coeficiente intestinal de *Plecostomus* tiene un valor muy grande en comparación con la mayoría de los peces, ya que hasta ahora en la literatura ictiológica no se conoce ningún caso con tan alto valor.

Para los ejemplares estudiados de *Plecostomus plecostomus* el coeficiente medio alcanza un valor de 23.5 y para los de *Plecostomus commersoni* es de 13.9 ¹.

Este coeficiente varía entre grandes límites en relación con la especie, edad de los individuos y naturaleza de los alimentos. Los ejemplares juveniles de *Plecostomus commersoni* presentan un coeficiente más bajo, cuyo valor oscila entre 5.4 y 15.0 ; mientras que el de los adultos tiene valores más altos y de mayor oscilación, estando comprendidos entre 11.0 y 23.8.

Además existe una dependencia directa entre el número de vueltas y el incremento del valor del coeficiente: a un número reducido de vueltas el coeficiente es menor (juveniles), y viceversa en caso contrario (adultos). Se destaca de los resultados morfométricos (ver tablas, págs. 256-257) que cuando el intestino presenta gran longitud, la amplitud de las variaciones del coeficiente intestinal es más evidente, hallándose este hecho en relación directa con la cantidad y calidad de los alimentos.

El coeficiente celomático es mayor que en *Loricaria*, su valor medio es de 0.38 para *Plecostomus plecostomus* y de 0.34 para *P. commersoni*. Entre juveniles y adultos de *Plecostomus commersoni* se observan variaciones en los valores de este coeficiente en razón del aumento del número de vueltas intestinales: los primeros presentan un coeficiente menor de 0.28-0.37, mientras que en los segundos es mayor, de 0.32-0.42.

Puede observarse entonces que entre los coeficientes intestinal y

¹ La gran diferencia en los valores promedio entre las dos especies no sólo es debida al factor específico, sino también a la edad de los ejemplares estudiados. Los de *Plecostomus plecostomus* pertenecen casi todos a una misma edad (ver tablas morfométricas, págs. 256-257), mientras que los de *Plecostomus commersoni* son de diversa edad, desde juveniles hasta adultos de gran talla.

celomático, existe una correspondencia de relación directa que se mantiene constante tanto en los juveniles como en los adultos.

La relación gravimétrica entre el peso total del cuerpo y el peso del conducto gastrointestinal con glándulas anexas, se presenta con valores muy variables, pero siempre mayores que en *Loricaria*. El peso de las vísceras digestivas representa entre el 11 % y el 25 % del peso total del cuerpo. Las diferencias en la amplitud, no solamente dependen del estado de repleción del tractus, sino también del número de vueltas.

En conclusión, los representantes del género *Plecostomus* presentan, en relación con la nutrición y los caracteres del aparato digestivo, los mismos principios de organización que *Loricaria*, pero en razón de la especialización del régimen alimenticio y la función respiratoria suplementaria del estómago, las adaptaciones se manifiestan más unilateralmente por el enorme aumento de la longitud intestinal y la función compensadora del esófago.

V

EL RÉGIMEN ALIMENTICIO Y SUS RELACIONES CON EL APARATO DIGESTIVO EN PECES DE LA FAMILIA ANOSTOMIDAE [SUBORDEN CHARACINOIDEI (= HETEROGNATHI)].

1. Tipo iliófago en «*Prochilodus lineatus*» (Val.)

Las investigaciones fueron realizadas sobre ejemplares juveniles y adultos de distinta procedencia (ver cuadro pág. 166), pertenecientes a las especies *Prochilodus lineatus* y *P. platensis*. Según el criterio del profesor A. Nani, ictiólogo del Museo Argentino de Ciencias Naturales, existe una afinidad muy grande entre los individuos de estas dos especies, tanto que en su opinión podrían ser consideradas como una sola. Coincidiendo con lo antedicho, los estudios anatómicos y los resultados morfométricos, muestran que no existen diferencias específicas, entre los individuos de ambas especies, en lo que se refiere a la organización del aparato digestivo y a las relaciones morfométricas. Los caracteres que se dan como diferenciales, es decir la relación entre el largo standard y altura máxima, forma y longitud de la cabeza, podrían ser relacionadas con la influencia del ambiente, calidad de los alimentos, y estado de nutrición. Por todas estas razones, los individuos estudiados son considerados como pertenecientes a la especie *Prochilodus lineatus* (Val.).

A. *La nutrición natural*. — Desde el punto de vista del conocimiento de la nutrición natural de los representantes de la fauna íctica sudamericana, el suborden *Characinoidei* Berg (= *Heterognathi* Jordan), constituye el grupo sobre el cual se ha reunido mayor número de datos.

Sagemehl (85) y Rowntree (84), al referirse a la nutrición de los peces caracínidos¹, basándose en estudios osteológicos y anatómicos del aparato digestivo, respectivamente, los dividen en tres categorías: carnívoros, herbívoros y omnívoros. El segundo autor realiza descripciones del aparato digestivo, relacionándolas con el tipo de régimen alimenticio, y llega a la conclusión que *Curimatus* y *Prochilodus* son peces « herbívoros », que se nutren de vegetales y fango (pág. 53).

Eigenmann (69: 21) considera a los peces caracínidos, en razón de su vasta distribución geográfica y la diversidad de su género de vida, como un grupo que se destaca por la gran adaptabilidad, y subraya que no existen otros peces que presenten tantos tipos distintos de nutrición y de adaptación al régimen alimenticio. Desde este punto de vista divide a los peces caracínidos en tres categorías:

- a) peces consumidores de fango, que carecen de dientes fuertes, y poseen un conducto intestinal largo;
- b) peces carnívoros con dientes cortantes y desgarrantes; y
- c) peces carnívoros con dientes agudos, cónicos, de prehensión y retención.

En la primera categoría Eigenmann ubica a *Prochilodus* y especies afines.

Ihering y Azevedo (73: 149-164-165), basándose en observaciones experimentales, destacan que el aparato digestivo de *Prochilodus* está adaptado a un régimen alimenticio especializado, y que el pez es capaz de seleccionar su alimento. Su comida principal está constituida por la sustancia orgánica del fango, diatomeas y protozoos; los alevinos, por el contrario, son consumidores de organismos planctónicos (diatomeas, protozoos y copépodos).

Otros estudios complementarios sobre la nutrición de los *Anostomidae*, fueron los realizados por Azevedo y Borges Vieira (64) en *Prochilodus argenteus* Ag. y por Azevedo, Vianna Dias y Borges Vieira (65), en *Curimatus elegans* Steind. Ambas son consideradas por estos autores como especies con régimen alimenticio especializado de tipo iliófago, que se nutren exclusivamente de las sustancias orgánicas y algas contenidas

¹ Se encierra bajo la denominación de *peces caracínidos*, al conjunto de los representantes del suborden *Characinoidei* Berg (= *Heterognathi* Jordan).

en el fango. Refiriéndose a la nutrición de los alevinos, comprobaron mediante estudios experimentales, que en la primera época de su existencia, se alimentan con organismos microscópicos: diatomeas, protozoos, rotíferos, cladóceros y copépodos, más tarde, cuando el tubo digestivo adquiere mayor desarrollo por aumento de su longitud, es decir cuando comienzan a aparecer las incurvaciones intestinales, su nutrición es la misma que la del adulto.

Miles (77: 133), en un estudio reciente, considera los representantes de la subfamilia *Prochilodinae* (géneros *Ichthyoölephas* y *Prochilodus*), en la cuenca del río Magdalena (Colombia), como peces enteramente fitófagos y de intestino muy largo.

Los resultados de las investigaciones realizadas sobre el contenido gastrointestinal de *Prochilodus* juveniles y adultos del río Uruguay y Río de la Plata, coinciden con los de Ihering, Azevedo y sus colaboradores, en lo que se refiere a la nutrición de los peces iliófagos.

En todo los ejemplares se comprobó que el alimento principal está constituido por una masa de fango. Además de los elementos inorgánicos de esta masa, el examen microscópico reveló la existencia de una gran cantidad de algas, especialmente diatomeas (Lám. IV, fig. 1). La composición algológica del contenido gastrointestinal está constituida por: *Navicula*, *Cymbella*, *Nitzschia*, *Melosira*, *Cocconeis*, *Synedra*, *Pinnularia*, *Surirella*, *Gomphonema*, *Gyrosigma*, *Coscinodiscus*. Dominantes son *Navicula*, *Melosira* y *Synedra*. Todas las diatomeas o bien son componentes del bioderma vegetal del fango o capa iliográfica (las más abundantes en el contenido gastrointestinal), o sino lo son de la capa de agua inmediatamente próxima. Éstas son ingeridas conjuntamente con el fango, sea como substratum vivo o como sedimento orgánico proveniente de las capas superiores del agua. El examen microscópico del contenido de la porción inicial (estómago pilórico), y final (región intestinal posterior) del aparato digestivo, muestra la existencia de diatomeas con contenido protoplasmático en la porción inicial, y frústulas vacías y trituradas en la porción final, signo evidente de una acción físico-química en el proceso digestivo. Además se comprobó la existencia de detritus orgánico en estado primario (de fácil reconocimiento), como ser restos de algas y tejidos vegetales de plantas superiores, restos de organismos zooplanctónicos (caparazón de copépodos), de insectos terrestres y acuáticos, y espículas de esponjas. Los organismos animales limícolas y psammícolas faltan casi completamente; sólo en dos ejemplares del Río de la Plata se encontraron algunos microgasterópodos.

La mayor proporción en la masa total del contenido gastrointestinal, la constituye el fango propiamente dicho, es decir sustancias inorgáni-

cas tales como arcilla, gránulos de cuarzo y otros componentes minerales, en menor proporción sustancia orgánica amorfa en estado de descomposición que representa la parte asimilable del cordón fangoso.

Mediante un análisis químico cuantitativo ¹ de muestras de la masa fangosa tomadas del estómago e intestino del mismo pez recientemente muerto, se comprobó que la sustancia orgánica en la porción gástrica representa el 4.6 % del peso, mientras que en la porción intestinal el valor es de 3.5 %; esta diferencia pone en evidencia la existencia de una digestión y absorción de la sustancia orgánica contenida en el fango.

El color de la masa del contenido se halla en relación de dependencia con la naturaleza del fondo; más pardo-rojizo en los ejemplares del río Uruguay (Santo Tomé), donde el fondo es más arenoso y rico en sedimentos de tierra roja (compuestos ferruginosos); de un color grisáceo a pardo en los provenientes del Río de la Plata, cuyo fondo es más fangoso y rico en sedimentos orgánicos y arcilla.

Es necesario destacar que *Prochilodus* es un pez que no vive permanentemente en la región del fondo; la forma de su cuerpo y sus costumbres muestran que es un pez nadador, que prefiere la región litoral de poca profundidad con un fondo fangoso, rico en diatomeas y sustancias orgánicas. A medida que aumenta de talla habita lugares más profundos.

La opinión emitida en el sentido de que se trata de un pez exclusivamente fitófago, no está de acuerdo con la realidad. En primer lugar lo demuestra el estudio del contenido gastrointestinal, y por otra parte las observaciones hechas durante casi un año en el Acuario del Museo Argentino de Ciencias Naturales, por las cuales se pudo comprobar que los *Prochilodus* confinados en peceras de fondo arenoso y con abundancia de plantas acuáticas (*Lemna*, *Helodea*, etc.) no se nutren, y paulatinamente se convierten en formas de inanición. El contenido gastrointestinal de estas formas, estudiadas después de muertas, sobre varios ejemplares y en diversos intervalos de tiempo, es cuantitativamente muy reducido; está constituido por arena, restos de plantas acuáticas y diatomeas. Solamente en un ejemplar el conducto gastrointestinal se encontró lleno de *Lemna* pero el examen microscópico de diversas partes del intestino, especialmente en su porción rectal, mostró que el tejido vegetal no sufrió ninguna acción digestiva. Esta puede ser considerada su comida de emergencia, insuficiente para mantener el ritmo normal de crecimiento y aun el mantenimiento de estos peces, ya que murieron en el lapso de varios meses.

¹ Este análisis fué realizado por el doctor E. KÜHN del laboratorio de química coloidal del Museo, por cuyo motivo expresamos nuestro agradecimiento.

En conclusión, de los datos del análisis del contenido gastrointestinal se infiere que :

- a) los representantes del género *Prochilodus* son peces iliófagos que toman su comida del fondo fangoso ;
- b) los alimentos principales están constituidos por las diatomeas de la capa iliotrófica y las sustancias orgánicas del fango ;
- c) que no hay diferencias en el régimen alimenticio de los ejemplares del río Uruguay (Santo Tomé), y los del Río de la Plata ;
- d) que las variaciones cualitativas y cuantitativas en el régimen alimenticio, están en relación directa con la naturaleza del fondo ; y
- e) que no existen diferencias en la nutrición de ejemplares juveniles y adultos : ambos son consumidores permanentes de fango de la región del fondo.

B. *Descripción del aparato digestivo.* — La disposición y ubicación de los órganos del aparato digestivo se halla en relación directa con la forma del cuerpo, es decir se desarrolla sobre un plano vertical medio en el sentido de la altura y longitud de la cavidad general; existe la tendencia a la prolongación hacia atrás y en sentido longitudinal, en casi todos los órganos. Entre los individuos juveniles y adultos estudiados no existen diferencias anatómicas en la organización del aparato digestivo.

Por otra parte los representantes del género *Prochilodus* presentan en el aparato digestivo adaptaciones más especializadas que en *Plecotomus*, el cual posee el mismo régimen alimenticio.

Cavidad bucofaríngea. — La boca es de situación anterior y terminal, el centro de la abertura corresponde a la extremidad anterior del eje longitudinal del cuerpo, y se caracteriza por su gran protractilidad. El orificio bucal es cuadrangular, circunscripto dentro de un círculo determinado por los labios en protracción. Estos son muy carnosos, provistos de dientes rudimentarios, córneos, espatulados, cuyo número es variable según la edad (menor en los adultos), y están dispuestos sobre cada labio en dos hileras : una anterior que se extiende a lo largo de todo el labio y otra posterior mucho más pequeña en forma de V muy abierta, ubicada en la región central. En el labio inferior esta segunda hilera se halla más cerca y es casi paralela a la hilera anterior.

Hacia adentro, por detrás de los labios, existen dos repliegues membranosos o válvulas bucales de las cuales la más desarrollada es la del labio inferior (fig. 7, I).

Cuando los labios se proyectan hacia adelante, se observa desde el

exterior la existencia de una cavidad en forma de embudo que constituye el vestíbulo bucal. Al cerrarse la boca, los labios se unen completamente y las comisuras, que corresponde a la unión de los huesos intermaxilares con los mandibulares, se alojan en dos fosas externas preorbitales, lo que permite un cierre completo del orificio bucal. Este cierre es completado por las válvulas bucales, que se aplican por dentro contra los labios.

La cavidad bucal propiamente dicha está ubicada por detrás del vestíbulo bucal, y se prolonga hacia atrás hasta la faringe. Su superficie interna es blanda y lisa, y presenta la forma de una pirámide triangular de base anterior y vértice posterior; la cara inferior, móvil, presenta en la línea media una cresta constituida por la emergencia de las uniones de los arcos branquiales; las otras dos caras, súpero-laterales, presentan dos crestas longitudinales dirigidas hacia la faringe. El techo de la boca está casi reducido a una arista que representa la unión de las caras súpero-laterales (fig. 7, I).

La cavidad faríngea está muy aplanada dorsoventralmente y desprovista de dientes. Su cara superior está constituida por una pared muscular muy gruesa, con una mucosa provista de papilas de consistencia blanda, dotada de movimientos dorso-ventrales; hacia la parte posterior, casi en el límite con el esófago, desembocan a ambos lados de la línea media dos formaciones cónicas huecas o divertículos faríngeos. La cara inferior apoyada sobre el último arco branquial, es menos musculosa, y su mucosa más desarrollada presenta hileras de papilas oblicuas y paralelas, convergentes en la línea media.

En los cortes histológicos de la región apical y basal de un divertículo faríngeo se observó la presencia de una capa externa muscular con fibras circulares y longitudinales; internamente una capa esponjosa de tejido adiposo y conjuntivo con paquetes musculares dispersos; y más adentro una mucosa con pliegues cuyo epitelio es poliestratificado con gran cantidad de células caliciformes (Lám. VIII, fig. 2).

De la estructura histológica de los divertículos faríngeos, como así también por la presencia de gran cantidad de mucus en el lumen de los mismos, se infiere que estos órganos cumplen una función secretora, coadyuvante del mecanismo de lubricación y deglución de la masa de fango ingerida.

El aparato filtrador branquial está constituido por branquioespinas laminares, oblicuas, de bastante espesor, sobre todo en la base, de consistencia blanda; la disposición de las mismas sobre los arcos branquiales, permiten la separación de los componentes sólidos de la masa alimenticia (fango de grano fino), del agua que se dirige hacia las branquias.

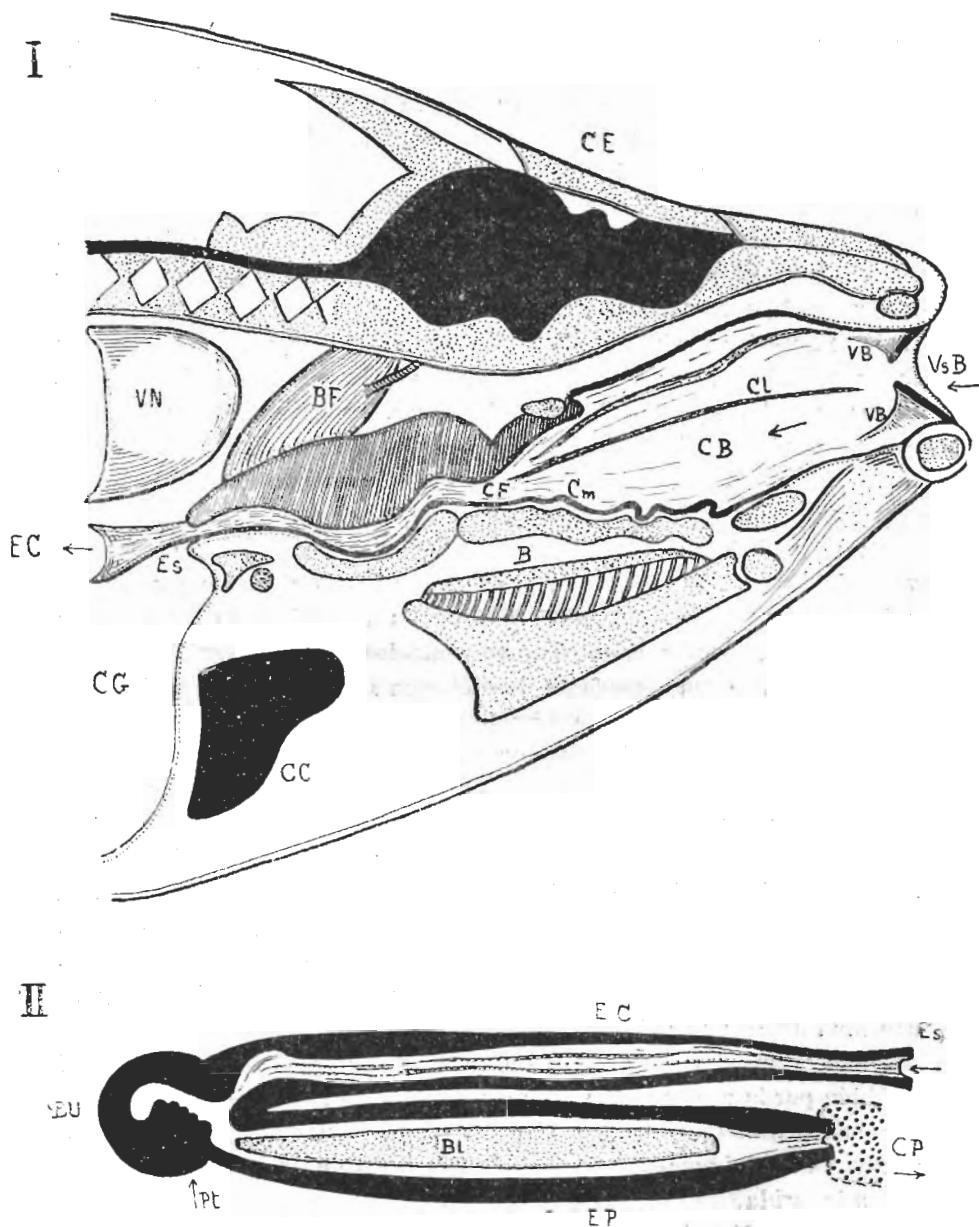


Fig. 7. — Corte sagital de la cabeza de *Prochilodus lineatus*. VsB vestibulo bucal; VB válvula bucal; CB, cavidad bucal; CL, cresta longitudinal; Cm, cresta media; CF, cavidad faríngea; BF, divertículo faríngeo; Es, esófago; EC, estómago cardíaco; CG, cavidad general; VN, vejiga natatoria; B, branquia; CC, cavidad cardíaca; CE, cavidad encefálica. II Corte sagital del estómago cardíaco y pilórico; Es, esófago; EC, estómago cardíaco; EP, estómago pilórico; BI, bandas laterales; BU, bulbo de unión; Pt, pliegues transversales; CP, cámara pilórica.

Todos los caracteres anatómicos enumerados muestran que la boca (vestíbulo y cavidad bucofaringea) es del tipo suctor. La función suctora es realizada por la cavidad bucal propiamente dicha, que puede ser comparada a una bomba aspirante. Además, la mucosa glandular de la faringe evidencia una preparación de los alimentos, que consiste al parecer en una acción lubricante del mucus sobre la masa de fango en tránsito.

Esófago. — Es corto, rectilíneo y musculoso, con pliegues longitudinales en su mucosa; se continúa insensiblemente con el estómago cárdico. Su principal función es la de conducción y lubricación de los alimentos.

Conducto gastrointestinal. — Los órganos de esta porción del aparato digestivo ocupan totalmente la parte inferior o ventral de la cavidad general del cuerpo y se hallan ubicados entre la vejiga natatoria, que se encuentra por encima, la pared anterior de la cavidad general, y apoyados sobre el piso de la misma.

Los órganos gastrointestinales con sus glándulas anexas, presentan en conjunto el aspecto de una pirámide triangular; su base es anterior y el vértice posterior coincide con el ano (Lám. V, fig. 2). Presenta por lo tanto cuatro caras:

- a) una superior o dorsal, en cuya parte anterior están ubicados los lóbulos hepáticos derecho e izquierdo;
- b) una cara lateral derecha, en cuya parte anterior y sobre el borde superior se halla ubicado el lóbulo derecho del hígado, debajo del cual se encuentra la masa de apéndices pilóricos filiformes y muy numerosos, que se extienden hacia atrás hasta el extremo posterior del lóbulo hepático; el resto de la cara está ocupado por el conducto intestinal;
- c) una cara lateral izquierda sobre cuya parte superior y anterior se halla el lóbulo hepático izquierdo; el resto está ocupado por el intestino, limitado hacia la parte posterior y superior por la porción final del mismo (fig. 8, I), y
- d) una base o cara anterior que presenta hacia arriba los lóbulos hepáticos, y debajo de éstos la prolongación de la masa de apéndices pilóricos.

Estómago. — Por su conformación y función constituye un órgano, al igual que en *Curimatus* y *Mugil*, con características propias, distintas a la organización de la gran mayoría de los peces. Está ubicado en la parte anterior y central de las vísceras digestivas, y se presenta dividido en dos porciones bien delimitadas, de distinta estructura y función,

adoptando el conjunto la disposición de un ángulo agudo de vértice posterior. Presenta por lo tanto, dos ramas: una dorsal o estómago cárdico y una ventral o estómago pilórico. Su disposición se realiza sobre el plano sagital y es de desarrollo longitudinal (fig. 7, II).

La rama dorsal que constituye el estómago cárdico se continúa al esófago sin delimitación precisa; sus paredes son musculosas y delgadas; la capa mucosa presenta pliegues longitudinales poco numerosos, en número de cinco a siete, que recorren toda su extensión y son continuación de los del esófago. La región media presenta mayor diámetro y su cara inferior, apoyada sobre el estómago pilórico, es más delgada y completamente lisa. El estómago cárdico se diferencia anatómicamente del esófago, por su ubicación, forma y dimensiones, pero el examen histológico muestra que ambos no poseen diferencias fundamentales; los dos presentan una estructura semejante. En efecto, se observa externamente una capa muscular de gran espesor e interiormente una mucosa que forma gran número de pliegues.

La principal función es de conducción de los alimentos y también la preparación preliminar de los mismos, análoga a la que ocurre en la cavidad faríngea y esofágica, o sea aglutinación y lubricación.

El estómago cárdico termina posteriormente en una *pars intermedia* o bulbo de unión que forma parte integrante del estómago pilórico (fig. 7, II). Este bulbo presenta paredes musculosas de gran espesor, y en sección sagital se comprobó la existencia de un conducto encorvado que termina en fondo de saco, comunicado por un lado con el estómago cárdico y por el otro con el pilórico. El piso del bulbo presenta el mayor espesor, y tiene una mucosa con cinco pliegues transversales. La pared posee una gran capacidad de distensión y contracción. El examen histológico mostró la existencia de una pared constituida por tejido muscular y conjuntivo entremezclados; hacia la parte externa el muscular se halla en mayor cantidad, formando islotes y hacia el interior a la inversa; la mucosa forma una serie de prolongaciones que presentan en el corte histológico el aspecto de vellosidades. El epitelio es simple.

El bulbo de unión por su ubicación en el punto en que se produce un cambio brusco del sentido de conducción, casi de un valor de 180 grados, y por su estructura, cumple funciones de recepción, acumulación e impulsión de la masa fangosa.

El estómago pilórico casi de la misma longitud que el cárdico, se caracteriza especialmente por el gran espesor de su pared muscular y por la configuración de su lumen. En una serie de cortes transversales, realizados desde la extremidad vecina al bulbo de unión hacia aquella donde se encuentran los apéndices pilóricos, se observa macroscópicamente que el lumen varía de forma según el lugar del corte: en la

vecindad del bulbo de unión presenta la forma de una H acostada, la que en la región media adquiere un mayor desarrollo; a medida que los cortes se aproximan al extremo opuesto, el lumen toma aspecto semi-lunar, desembocando mediante un orificio circular en la cámara pilórica (Lám. IV, fig. 2). La superficie interna del estómago pilórico presenta en su 4/5 partes posteriores, dos bandas laterales y paralelas, que son en realidad dos grandes pliegues de la pared muscular. El corte histológico muestra la existencia de una enorme capa muscular circular entre cuyas fibras se observan, sobre todo cerca del lumen, islotes de tejido conjuntivo; además existe una mucosa bien desarrollada provista de gran cantidad de prolongaciones bifurcadas con aspecto de vellosidades (Lám. IX, fig. 1); en la región basal de estas últimas existen células caliciformes.

El estómago pilórico en razón de su especial configuración y estructura, cumple principalmente una función de trituración, lubricación y conducción de la masa fangosa. La función triturante se ejerce en especial sobre las diatomeas a favor de la presencia de pequeños gránulos de cuarzo.

Apéndices pilóricos. — En relación con los demás órganos del aparato digestivo en la cavidad general, los apéndices pilóricos en enorme número, se presentan en conjunto como una masa compacta de gran volumen cuyo peso equivale aproximadamente al del estómago sin alimento. Ella se extiende entre la terminación del estómago y el origen del intestino, y los apéndices desembocan en una cámara que conecta a ambos órganos y que recibe a su vez el conducto del sistema hepático. Los apéndices se extienden sobre esta cámara, ocupando la parte media de la cara lateral derecha de las vísceras digestivas; de aquí se dirigen hacia la cara anterior de las mismas, para prolongarse hacia la cara lateral izquierda e insinuarse luego entre las vueltas intestinales y el estómago (fig. 8, I y II, lám. V, fig. 2).

Los apéndices pilóricos son filiformes, muy apretados y adheridos mutuamente; los que se dirigen hacia adelante son más cortos (entre 4-6 mm de longitud) ¹ y los que lo hacen hacia atrás son más largos (entre 7-10 mm) ¹. La cámara que recibe la desembocadura de los apéndices, puede denominarse en razón de esta circunstancia *cámara pilórica*. Esta tiene un volumen que representa aproximadamente 1/3 del estómago pilórico. Se halla constituida anteriormente por una pared formada por la masa de apéndices pilóricos, y posteriormente por un ensanchamiento de la pared del intestino que presenta interiormente pliegues mucosos oblicuos y paralelos. La superficie interna de la parte anterior,

¹ Medidos en un ejemplar con un largo standard de 225 mm.

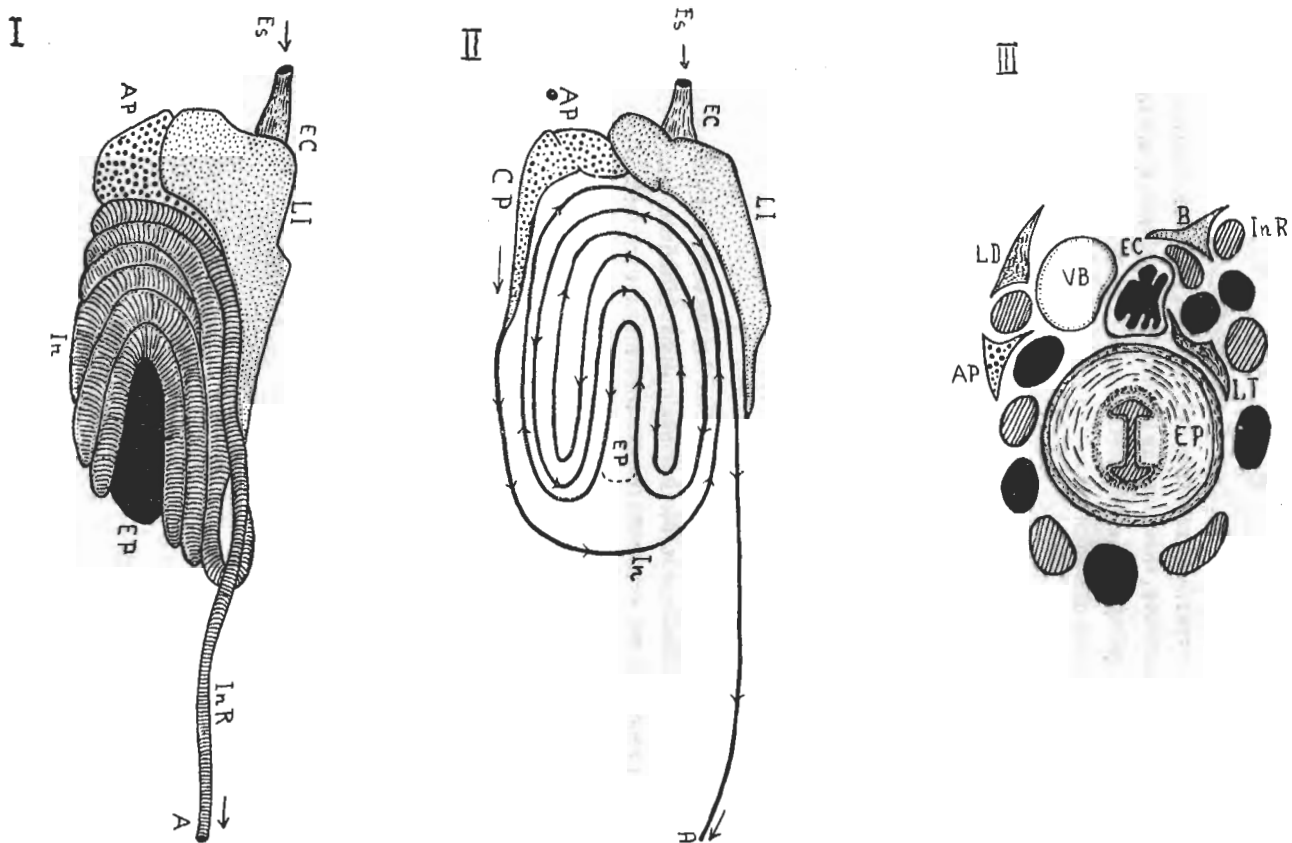


Fig. 8. — Conducto gastrointestinal y glándulas auxenas de *Prochilodus lineatus*: I. Conjunto del conducto intestinal y glándulas auxenas visto por la cara izquierda; II, Representación esquemática del conjunto intestinal para mostrar el sentido de conducción del alimento; III. Corte transversal del conjunto de las vísceras gastrointestinales (secciones rayadas indican el sentido anal y las secciones llenas el sentido cefálico de conducción); EC, estómago cárdico; EP, estómago pilórico; AP, apéndices pilóricos; CP, cámara pilórica; In, intestino; InR, intestino rectal; A, ano; LD, lóbulo hepático derecho; LI, lóbulo izquierdo; LT, tercer lóbulo; VB, vesícula biliar; B, bazo.

presenta cribas de forma casi circular, las que también se continúan por el piso de la parte posterior o intestinal, casi hasta el comienzo del intestino (fig. 9, CP). La pared comprendida entre ellas presenta pliegues meandriformes, muy apretados los que son substituídos en la parte posterior de la cámara por los del intestino. La forma y tamaño de estas cribas son variables, y su número oscila alrededor de 28-30.

Las cribas presentan tabiques divisorios internos, que les dan un aspecto reticulado, y que circunscriben orificios de primer orden. Éstos tienen formas diversas y se hallan en número de 3 a 6 en cada una. A su vez, cada orificio de primer orden se halla dividido por tabiques menores en orificios de segundo orden, cuyo número varía de 2 a 4; en estos últimos desembocan los apéndices pilóricos en haces convergentes. El número total de apéndices pilóricos, en base de un recuento directo, es alrededor de 3000.

Los apéndices pilóricos fueron hallados, en varios casos, llenos de fango, así como también la cámara pilórica, pero en esta última el fango se encontraba en un estado de mayor fluidez.

El examen histológico de los apéndices, en cortes transversales, pone en evidencia una estructura característica: exteriormente hay una delgada capa muscular de fibras circulares y hacia el interior una mucosa con un epitelio simple cuyas células poseen una chapa muy estriada, teniendo a veces el aspecto de una chapa ciliada; intercaladas de tanto en tanto se encuentran células caliciformes (Lám. IX, fig. 2).

El enorme desarrollo de los apéndices pilóricos, su estructura glandular y la presencia de una cámara especial o cámara pilórica, pone en evidencia la estrecha relación que existe, con la naturaleza y grado de complejidad del alimento de difícil digestión, hecho ya señalado anteriormente. Es evidente que la principal función es secretora, comenzando aquí la función digestiva propiamente dicha de desintegración molecular.

Intestino. — Está ubicado en la parte inferior y lateral de la cavidad general, ocupando todo el espacio comprendido entre la vejiga natatoria y el piso de la misma; en razón de su largo, de la longitud de la cavidad general y el espacio disponible, el intestino se presenta dispuesto en doble conducto incurvado sobre sí mismo. La forma y disposición son distintas a la de *Loricaria* y *Plecostomus*. En efecto, el doble conducto con sus incurvaciones se dispone sobre los planos de un ángulo diedro, cuya arista coincide con el piso de la cavidad general.

Cuando el intestino es retirado y proyectado sobre un plano horizontal (figs. 8, II y 9), la disposición del doble conducto tiene el aspecto de un laberinto. Presenta cinco curvas dobles y una simple que corresponde

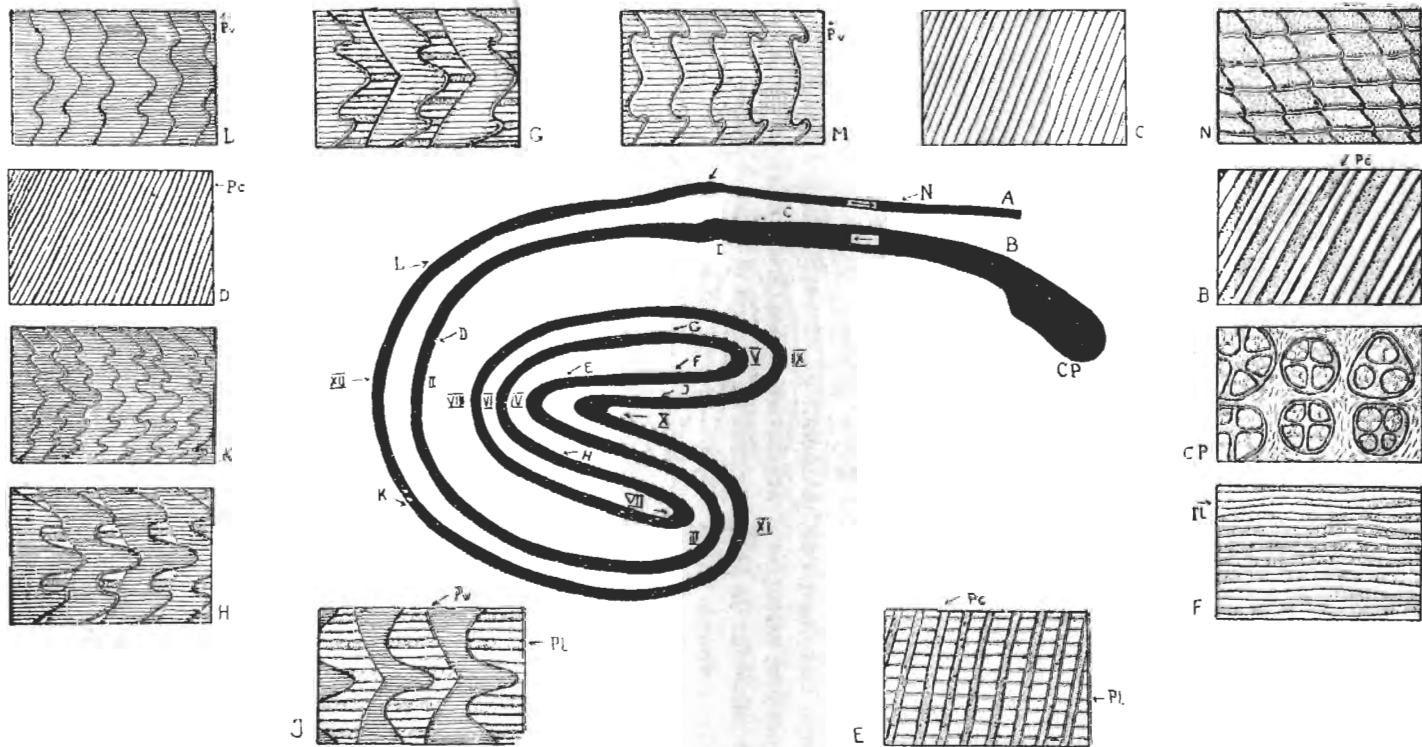


Fig. 9. — Representación esquemática del relieve de la mucosa de la cámara pilórica y de las diversas porciones del conducto intestinal de *Pochilodus lineatus*. (En la parte central de la figura está representado en negro el conducto intestinal con la cámara pilórica, semiextendido y proyectado sobre un plano horizontal). De I a XII los codos del conducto intestinal; el VII^o es el codo de inversión; CP, cámara pilórica; de B a N, detalle del relieve intestinal de las diversas porciones del intestino; PC, pliegue circular; PV, pliegue valvular; PL, pliegue longitudinal; A, ano. (Los tubos mayores de los rectángulos están orientados en el sentido del eje longitudinal del intestino).

con el codo de inversión, ubicado en el plano derecho del diedro, parte inferior. Puede apreciarse por lo tanto que el doble conducto intestinal presenta en sus dos segmentos un sentido inverso de conducción; este hecho se puede comprobar claramente por medio de una sección transversal del conjunto de las vísceras gastrointestinales, a nivel de la porción terminal de los lóbulos hepáticos (fig. 8, III), es decir que el cordón alimenticio fangoso presenta sentido de conducción cefálico y anal en forma alternada y contigua.

La mucosa intestinal considerada a través de la longitud total del conducto, se presenta con un relieve muy característico con pliegues de forma, disposición, tamaño y número diversos. En general se distinguen dos tipos principales de pliegues:

- a) un tipo circular de poca altura que se encuentra en el primer tercio del conducto, y
- b) un tipo valvular de gran desarrollo mezclado con otros longitudinales interrumpidos, que ocupa los dos tercios restantes.

A continuación se exponen las variaciones de estructura que se cumplen, en línea general, en relación topográfica con respecto a los codos ¹ del conducto intestinal usados como puntos de referencia (fig. 9).

En la porción inicial del intestino que abarca desde la parte posterior de la cámara pilórica hasta el 4° codo aproximadamente, los pliegues son de tipo circular, paralelos, dispuestos transversal y oblicuamente al eje del conducto; su número es variable. Sobre una longitud de 10 mm de conducto intestinal ² se cuentan:

- a) en la cámara pilórica y región vecina entre 13 y 14 (fig. 9, B);
- b) en el origen del intestino propiamente dicho de 19 a 20 (fig. 9, C);
- c) en la porción anterior al 2° codo de 38 a 40 (fig. 9, D); y
- d) en la porción vecina al 4° codo de 55 a 60.

En toda esta porción inicial los pliegues son de dos tamaños; unos de poca y otros de mayor altura, dispuestos sucesivamente. Puede notarse que yendo desde la cámara pilórica hacia el 4° codo, los pliegues de la misma estructura y disposición, van aumentando progresivamente en número y se presentan muy juntos. El número de los pliegues en este segmento se mantiene constante en los individuos de diversa talla y edad.

¹ Se entiende por codo a cada una de las curvas intestinales simples que se observan mucho mejor cuando el intestino es totalmente desarrollado y cuyo número total es de 12 (ver fig. 9, de I a XII).

² Tomada como unidad constante para establecer el número de pliegues en todas las porciones del intestino.

Entre el 4° y 5° codo existe una corta zona de transición donde los pliegues de tipo circular son menos numerosos (alrededor de 8), más altos, y aparecen entre ellos, sobre la pared del conducto, pliegues longitudinales, algo flexuosos; estos últimos constituyen poco antes de aparecer los pliegues valvulares, el único elemento del relieve (fig. 9, E y F.).

La porción comprendida entre el 5° codo hasta el ano; presenta pliegues valvulares de forma y tamaño diversos, y pliegues longitudinales interrumpidos por aquéllos. El número de pliegues valvulares varía como sigue:

- a) entre el 5° y 6° codo, es de 3 a 4;
- b) entre el 6° y 7° codo, es de 5;
- c) entre el 9° y 12° codo, de 7 a 8; y
- d) 6 en la porción rectal.

Los pliegues valvulares están implantados en círculos transversales oblicuos al eje del conducto. El perímetro de inserción es una línea que en cierto punto forma una V, cuyos vértices están sobre una generatriz común. Los pliegues se hallan plisados según líneas longitudinales y más o menos imbricados. El borde libre, dirigido en el sentido de conducción del alimento, no es rectilíneo, sino que se presenta festoneado con 3 ó 4 lóbulos; uno o dos centrales, a la altura de la generatriz, y dos laterales, de distinto desarrollo, según la porción que se considere:

- a) entre el 5° y 6° codo el central es grande, los laterales poco desarrollados. Aquí los pliegues no son imbricados (fig. 9, G);
- b) entre el 6° y 7° codo los laterales adquieren mayor desarrollo. Los pliegues contactan ya entre ellos (fig. 9, H);
- c) entre el 9° y 12° los laterales y los centrales se hallan a la misma altura. Los pliegues se presentan bien imbricados (fig. 9, K);
- d) en la porción anterior al recto los laterales son más desarrollados que el central (fig. 9, L y M). Los pliegues no se hallan totalmente imbricados; y, por último;
- e) en la porción rectal los pliegues valvulares están más separados, son más oblicuos, la V del perímetro de inserción desaparece y con ella los lóbulos del borde libre (fig. 9, N).

En toda la zona de pliegues valvulares, estén o no imbricados, la pared del conducto presenta además pliegues longitudinales interrumpidos por aquéllos.

El examen histológico de cortes transversales de diversas porciones del intestino muestra los siguientes caracteres (Lám. X, figs. 1 y 2):

- a) la pared del órgano está formada por una túnica muscular constituida a su vez por una capa longitudinal externa y una circular interna; ésta se halla tapizada interiormente por una mucosa de epitelio simple con chapa estriada, intercalándose entre estas células otras del tipo caliciforme;
- b) esta estructura se mantiene en toda la longitud del intestino;
- c) el desarrollo de la mucosa está en relación directa con la forma y tamaño de los pliegues, es decir que sobre los pliegues valvulares existe un incremento grande de la superficie;
- d) la superficie de los pliegues valvulares está plegada en sentido longitudinal (plisado visible al binocular), y transversal (visible en los preparados histológicos) (Lám. X, fig. 2);
- e) en el tercio final del intestino, la mucosa presenta folículos linfoides aislados; y
- f) los pliegues longitudinales de la pared del intestino, tienen idéntica estructura que la de los circulares y valvulares (Lám. X, fig. 1).

De los datos morfológicos que anteceden, se puede inferir la opinión que el primer tercio del intestino cumple preferentemente funciones de simplificación molecular, y los dos tercios finales cuya característica es el enorme aumento de la superficie, desempeña principalmente funciones de absorción.

Hígado. — Ubicado anteriormente en la cavidad general, está constituido por tres lóbulos de forma y tamaño diversos: el derecho es el más grande, tiene forma de pirámide triangular, y se extiende hacia atrás por medio de una prolongación en forma de lengüeta, cuyo borde inferior cabalga sobre un segmento del intestino; el izquierdo es algo menor en tamaño y aproximadamente de igual forma que el derecho; por último, el tercer lóbulo, que en realidad es una prolongación del anterior, es el más pequeño, posee forma aplanada y está ubicado entre estómago pilórico y cárdico, y las vueltas intestinales. Además, el lóbulo derecho suele presentar una prolongación interna accesoria más o menos desarrollada.

Los lóbulos del hígado presentan conexiones y desembocan en un colédoco, conjuntamente con el conducto colector de la vesícula biliar, que se echa sobre la cara superior de la cámara pilórica, parte media. La vesícula biliar se halla ubicada en la parte superior y anterior de las vísceras digestivas, entre los lóbulos izquierdo y derecho del hígado, y apoyada sobre el estómago cárdico. Presenta la forma de una S itálica abierta y es de gran volumen; el conducto cístico es muy largo e incurvado sobre sí mismo.

Páncreas. — Es una glándula dispersa situada en los espacios libres

existentes entre los apéndices pilóricos, en razón de cuya disposición podría admitirse, como no se pudo ubicar el conducto colector, que el páncreas desemboca en la cámara pilórica. El tejido pancreático fué identificado por procedimientos especiales de coloración, por el doctor J. A. de Carlo.

C. Adaptaciones al régimen alimenticio y relaciones morfométricas. — Las adaptaciones al régimen alimenticio en *Prochilodus* se manifiestan por una mayor especialización que se pone en evidencia en la configuración y estructura de todos los órganos del aparato digestivo.

Cavidad bucofaríngea. — Esta cavidad presenta los caracteres principales del tipo suctor, y se halla adaptada perfectamente a una función de succión y deglución del alimento blando y fluido.

Las adaptaciones más sobresalientes se evidencian por :

- a) ausencia total de dientes faríngeos y atrofia de dientes labiales motivada por la naturaleza del alimento ;
- b) gran protractilidad de los labios que se aplican en extensión como una ventosa en la masa de fango ;
- c) válvulas bucales bien desarrolladas para asegurar un cierre perfecto, en el mecanismo de filtración del alimento ;
- d) aparato filtrador branquial eficiente para la separación de los componentes del alimento de grano fino (partículas de cuarzo, arcilla, detritus orgánico y diatomeas), del agua de respiración ;
- e) la presencia de dos divertículos faríngeos con un epitelio secretor mucoso.

Conducto gastrointestinal. — Es aquí donde residen las adaptaciones más características al régimen alimenticio, cuyo sentido es el de obtener la posibilidad de una extracción más completa de sustancias nutritivas de la masa fangosa, sin un desarrollo excesivo en la longitud del conducto. Desde este punto de vista, las adaptaciones principales son las siguientes:

- a) el gran desarrollo y estructura especial del estómago pilórico, adaptado perfectamente para la acción mecánica triturante, conjuntamente con la presencia del bulbo de unión que asegura el tránsito, mediante la impulsión del cordón fangoso ;
- b) el gran número de apéndices pilóricos en razón de una intensa función secretora, y de la superficie de la cámara pilórica colectora, caracterizada por la especial configuración de las cribas que aumentan la capacidad de recepción de la gran cantidad de apéndices ;
- c) intestino de gran longitud, en relación con la función de diges-

- tión y absorción; y su disposición especial causada por la forma de la cavidad general, para una economía del espacio;
- d) estructura especial y desarrollo de la mucosa intestinal, en estrecha dependencia con la calidad del alimento y la función digestiva; la adaptación se manifiesta en el primer tercio del conducto intestinal por la existencia de pliegues circulares de superficie reducida, que cumple principalmente una acción química de desintegración molecular; y en los 2/3 restantes por la presencia de pliegues valvulares que aumentan considerablemente la superficie de la mucosa intestinal (aproximadamente cuatro veces), en razón de la función de absorción; y
 - e) la disposición del hígado en lóbulos motivada por la economía del espacio, en el sentido de permitir el desarrollo del conducto gastrointestinal especializado, sin reducción de su masa.

Relaciones morfométricas. — Ya Rowntree (84: 57) y Ihering-Azevedo (73: 149), presentaron datos relativos al coeficiente intestinal de *Prochilodus*. El primero estima este coeficiente como igual a 3 para *Prochilodus lineatus*; los segundos entre 3 y 4 para *Prochilodus argenteus*.

En los ejemplares examinados de *P. lineatus* el coeficiente varía entre 3.3 y 5.3, con un valor medio de 4.1. Los mismos valores fueron obtenidos para los ejemplares juveniles (ver tablas págs. 257-259).

La variación de amplitud entre los valores del coeficiente mínimo y máximo es de 0.8 para los ejemplares del río Uruguay; y de 2.0 para los del río de la Plata. Estas diferencias se pueden explicar por el hecho de que los individuos del río Uruguay provienen del mismo lugar, capturados en el mismo momento y cuya talla no varía entre grandes límites (relación de amplitud entre largo standard mínimo y máximo 1.9). En cambio, los individuos del río de la Plata fueron capturados en distintas épocas y lugares, y además son de talla muy diversa (relación de amplitud 7.4). Por otra parte, los ejemplares del río Luján presentan un valor más bajo del coeficiente intestinal, alrededor de 3.8. Esta disminución debe ser relacionada con el estado de nutrición, en razón que algunos individuos presentaban los caracteres de formas desnutridas.

El coeficiente celomático, cuyo valor varía entre 0.46 y 0.57, es para todos los ejemplares estudiados de un valor medio de 0.51. La longitud máxima de la cavidad general, representa aproximadamente la mitad del largo standard, y este valor puede ser relacionado con la forma del cuerpo y tipo de régimen alimenticio, que impone un aumento en el desarrollo de los órganos digestivos encerrados en esta cavidad. Entre juveniles y adultos existen diferencias de poca amplitud en los valores del coeficiente celomático.

En general, las variaciones de amplitud entre los valores máximos y mínimos del coeficiente son reducidas, es decir que la relación proporcional entre largo standard y longitud de la cavidad general, se mantiene más o menos constante.

Desde el punto de vista gravimétrico se comprobó la existencia de las siguientes relaciones, que no expresan valores absolutos :

- a) el peso de las vísceras digestivas relacionado con el peso total del cuerpo, representa del 3.5 % al 12.5 % de este último; la amplitud grande que se evidencia es debida al mayor o menor estado de repleción del conducto gastrointestinal;
- b) el peso del hígado relacionado con el peso total del cuerpo, varía entre el 2 % y el 7 % de este último; las variaciones de amplitud parecen ser variaciones individuales, y no relacionadas con la nutrición, se comprobó únicamente que el peso del hígado aumenta en ejemplares de talla grande; relacionando el peso del hígado con el de las vísceras digestivas, se comprobó que aquél representa aproximadamente $1/5$ del peso de estas últimas;
- c) el peso total de los apéndices pilóricos es aproximadamente el mismo que el del estómago (cárdico y pilórico), cuando este último no se encuentra completamente lleno de fango; relacionando el peso de los apéndices pilóricos con el peso total del cuerpo, se comprobó que varía entre el 1.5 % y 2 % de este último; en relación con las vísceras digestivas representan aproximadamente $1/6$ del peso de estas últimas.

Los datos gravimétricos muestran el gran desarrollo del hígado y de los apéndices pilóricos; los valores gravimétricos se mantienen casi constantes en los individuos en estado de nutrición normal.

En síntesis, todos estos resultados ponen en evidencia que *Prochilodus* es un pez perfectamente adaptado a su régimen alimenticio, y las adaptaciones correspondientes se manifiestan en la totalidad del aparato digestivo (especialización múltiple). El grado de evolución de las adaptaciones al régimen se exterioriza en una forma equilibrada y armónica en todos los órganos del aparato digestivo.

VI

LA INANICIÓN Y SU REPERCUSIÓN EN LA MORFOLOGÍA SOMÁTICA Y LA DEL APARATO DIGESTIVO EN PROCHILODUS

A. *Generalidades.* — Los alimentos ingeridos por los peces están destinados a suministrar la energía necesaria para la realización de las funciones vitales y para favorecer el desarrollo del cuerpo.

En este sentido Schäperclaus (27 : 1), ha elaborado un esquema del proceso de la asimilación en los peces, tal como sigue :

- I. *Procesos de combustión* (desintegración molecular y liberación de energía);
- II. *Procesos de elaboración* (construcción molecular). A su vez estos últimos comprenden :
 - a) procesos de reintegración del desgaste;
 - b) de crecimiento propiamente dicho;
 - c) de elaboración de las reservas.

Las sustancias nutritivas que intervienen en los procesos del grupo I y II a, contribuyen únicamente al mantenimiento del cuerpo del pez; los que lo hacen en los procesos del grupo II b y c, están destinados especialmente para el incremento de la masa del cuerpo.

Cuando el pez dispone de las sustancias nutritivas necesarias para el cumplimiento de todos los procesos asimilatorios enunciados más arriba, las funciones vitales y el ritmo del crecimiento se desarrollan normalmente, y como consecuencia el cuerpo presenta los caracteres somáticos del estado normal. Estos últimos corresponden en sentido biométrico a las dimensiones promedio de una determinada especie en su ambiente natural, provisto de alimentos en cantidad suficiente (energéticos y plásticos).

En el caso de una nutrición insuficiente o inadecuada motivada por causas diversas, se produce un desequilibrio en los procesos de asimilación, cuyo carácter depende del grado de carencia (cualitativa y cuantitativa) de sustancias nutritivas. La escasa alimentación impide en primera instancia el cumplimiento de los procesos de elaboración de las reservas y los de crecimiento, dando como resultado un estancamiento en el peso del cuerpo; es decir que el pez mantiene la forma del estado normal sin variantes de peso.

Cuando el grado de escasez alimenticia se intensifica, esto es, que faltan las sustancias a favor de las cuales se realizan los procesos de combustión y los de reintegración del desgaste, que son los que cumplen el mantenimiento del cuerpo, aparecen modificaciones somáticas externas e internas especiales que caracterizan *la forma de inanición o de hambre*. En este estado el pez vive a expensas de una *autofagia* que provoca una modificación progresiva de la forma del cuerpo y una pérdida creciente del peso. En primer lugar se produce la autofagia de las reservas grasas, luego la de las reservas glicogénicas para terminar con la de las proteínas musculares, y en última instancia la de las proteínas viscerales. Los

primeros órganos afectados son los genitales y los últimos el corazón y sistema nervioso (Hesse-Doflein, 15: 351-355).

En el ambiente acuático, la forma de inanición puede producirse:

- a) por superpoblación de peces del mismo régimen alimenticio en una masa de agua limitada ¹ (lago, laguna, estanque, etc.); y
- b) por la desaparición de los componentes de la comida principal cuando tampoco puede ser substituída por otra de emergencia, causada por una modificación en el metabolismo general del ambiente.

En el ambiente natural se puede observar con cierta frecuencia en los individuos de una misma especie una gradual transición hacia el estado de inanición típico, en función de una desnutrición más o menos intensa y de su duración en el tiempo. Por lo tanto en los peces cabe distinguir de este punto de vista, dos formas: una de *transición o intermedia* y otra típica de *inanición o de hambre*.

La forma de transición parece ser muy frecuente en la naturaleza, sobre todo hacia el fin del invierno, dada las malas condiciones de nutrición por la reducción general del metabolismo ambiente y el del organismo del pez, condicionado por la temperatura más baja.

Durante el invierno, en las regiones templadas y frías, algunas especies de peces (*Cyprinus*, *Carassius*, *Tinca*, etc.) tienen la costumbre de reunirse enterrados en el fondo fangoso, sobre todo en las ollas o excavaciones del mismo, permaneciendo así en un estado de inactividad durante varias semanas o meses. En este estado no se alimentan, y lógicamente acuden a las reservas alimenticias del cuerpo, apareciendo por consecuencia una *forma de transición*, caracterizada por una reducción del peso ² con mantenimiento de su forma normal.

La forma de inanición aparece con mayor frecuencia, en el ambiente natural, en las especies con régimen alimenticio especializado, en razón de su escasa o nula adaptabilidad a los cambios de régimen alimenticio cuando falta la comida principal.

También en los alevinos y juveniles de ciertas especies se presenta la forma de inanición, en el caso de la desaparición de los componentes nutritivos de la comida principal. El fenómeno produce una elevada mortalidad (Popovici, 26: 30).

¹ Frecuente también en ciertos criaderos de establecimientos de piscicultura.

² Según SCHÄPERCLAUS (27: 7) la reducción en peso de *Cyprinus carpio* es de 10 % a 14 %; su longitud disminuye de 3,8 % a 6,7 % y según BRUNNER y ENDRESS (43) en *Tinca vulgaris* la reducción en peso es de 7,7 % a 7,8 %.

Por otra parte son frecuentes los casos de inanición en los peces confinados en acuarios, donde las condiciones de la nutrición son distintas a las de su habitat natural.

B. *La inanición en «Prochilodus lineatus»*. — Los ejemplares estudiados provinieron de dos fuentes :

- a) del ambiente natural de un lote de peces del Río Luján, curso medio ¹, capturados el 16 de agosto de 1949. El lote comprendió 27 ejemplares, casi todos con el conducto gastrointestinal desprovisto de contenido alguno, de los cuales el 29 % presentó los caracteres de la forma de transición; y
- b) del Acuario del Museo, provenientes de dos lotes, capturados en los arroyos del camino a La Plata, en distintas épocas. El primer lote fué pescado en septiembre de 1948 y fueron examinados 6 ejemplares que murieron en el Acuario en el intervalo comprendido entre el 15 de abril y el 11 de julio; es decir que la muerte por inanición se produjo al cabo de 8 a 10 meses, presentando todos la forma típica de inanición. Del segundo lote, capturado en diciembre de 1948, con un tiempo de permanencia de aproximadamente 7 meses, fueron estudiados 5 ejemplares: 3 muertos y 2 sacrificados. Los ejemplares de este lote presentaron la forma de transición, pero en un estado más avanzado que la del lote del Río Luján. Fueron estudiados por lo tanto un total de 17 ejemplares: 11 del Acuario y 6 del lote del Río Luján.

1. *Modificaciones somáticas externas*. — Las modificaciones en los ejemplares con la forma típica de inanición, se manifestaron especialmente en el aspecto general y tamaño del cuerpo, por :

- a) disminución de la altura y longitud del cuerpo;
- b) disminución del espesor del mismo, especialmente en el pedúnculo caudal; y
- c) disminución del peso.

Observado lateralmente (Lám. V, fig. 1), el cuerpo se presentó alargado y deprimido; su perfil dorsal anterior con la giba más acentuada y el resto como una línea casi paralela al eje longitudinal; el perfil dorsal posterior cóncavo (en los ejemplares en estado normal es levemente convexo). Además, fué evidente la reducción de la altura del pedúnculo caudal, sobre todo a nivel de la inserción de la aleta anal.

¹ Material proveniente de una excursión de los señores profesor A. NANI y A. BACHMANN.

**CUADRO DE MEDIDAS Y RELACIONES MORFOMETRICAS DE LA FORMA DE INANICION DE LOS EJEMPLARES
DE « PROCHILODUS LINEATUS » CONFINADOS EN LOS ACUARIOS DEL MUSEO**

Número	L ₁ mm	L ₂ mm	LC mm	AC mm	Leg mm	P ₁ gr	P gr	Ltgi mm	L ₂ : LC	L ₂ : AC	R _I	R _{II}	R _{III}	K
1.....	180	142	37	40	72	51	1.5	356	3.8	3.5	2.5	0.50	2.9	1.7
2.....	178	144	39	38	76	43	1.0	433	3.6	3.7	3.0	0.52	2.3	1.4
3.....	183	148	40	40	75	37	1.5	392	3.7	3.7	2.6	0.50	4.0	1.1
4.....	183	150	42	40	75	44	2.0	437	3.5	3.7	2.9	0.50	4.5	1.3
5.....	196	152	45	44	75	50	2.5	431	3.3	3.4	2.8	0.49	5.0	1.4
6.....	210	164	46	50	81	88	5.0	605	3.5	3.2	3.6	0.49	5.6	1.9
7.....	206	165	45	51	84	80	2.0	495	3.6	3.2	3.0	0.50	2.5	1.7
8.....	206	166	43	45	85	58	1.5	438	3.8	3.6	2.6	0.51	2.5	1.2
9.....	215	168	45	52	88	92	6.0	583	3.7	3.2	3.4	0.52	6.5	1.8
10.....	212	170	50	47	82	59	2.0	405	3.4	3.6	2.4	0.47	3.3	1.2
11.....	222	170	48	48	82	72	3.5	556	3.5	3.5	3.2	0.48	4.8	1.4
Valores promedio	199	158	43	45	79	61	2.5	466	3.5	3.4	2.9	0.50	4.0	1.4

Comparando estas formas con ejemplares normales de su misma edad (de 2 a 3 años), se comprobaron los siguientes hechos :

- a) la relación entre el largo standard y cabeza se mantuvo en ambas formas casi en la misma proporción ;
- b) la relación entre altura del cuerpo y largo standard acusó un valor de 3.4 aproximadamente en la forma de inanición, mientras que en las normales el valor es de 2.8 aproximadamente (ver cuadro de medidas de pág. 236).

Resulta de esta comprobación que *en las formas de inanición la altura del cuerpo disminuye en relación a la de la forma normal, en un 30 %*, hallándose con respecto a la longitud de la cabeza en la proporción aproximada de 1:1. Se deriva, por lo tanto, una consecuencia de repercusión sistemática: la especie *Prochilodus platensis* Holmberg, fundada en base a la relación entre altura y longitud del cuerpo especialmente, aparece como dudosa.

- c) comparando el factor de crecimiento K de Larsen ¹, resulta que en la forma de inanición $K = 1.4$ y en la forma normal, de la misma edad, $K = 2.4-2.5$.

La reducción del peso está por encima del 70 %, con lo cual se comprueba la gran vitalidad de la especie.

2. *Modificaciones del conducto gastrointestinal.* — En la forma de inanición, los órganos del aparato digestivo en la cavidad general se mantienen con la misma disposición de la forma normal, pero se observa una reducción en el tamaño y el peso, caracteres estos últimos que se hallan en relación directa con el grado de inanición.

El estómago pilórico se presenta atrofiado, con sus paredes considerablemente reducidas en espesor; la pared del estómago cárdico sumamente delgada, de aspecto papiráceo. El intestino, a causa de la reducción de su longitud, apenas ocupa la mitad anterior de la cavidad general (Lám. V, fig. 2), mientras que en la forma normal ocupa los dos tercios anteriores. Es evidente al mismo tiempo una reducción del diámetro y espesor de la pared del intestino. El hígado y bazo también

¹ En los estudios cualitativos de biología pesquera relacionados con el grado de crecimiento y estado de nutrición de los peces, se utiliza la fórmula de LARSEN :

$$P = \frac{L^3 \times K}{100} \text{ de donde deriva } K = \frac{100 \times P}{L^3}, \text{ siendo P el peso del cuerpo, L la longitud y K el factor de crecimiento.}$$

Conociendo P y L se puede establecer el factor K de crecimiento, que indica el estado de nutrición y el grado de crecimiento. El factor K varía en los peces según la especie, la edad, estación del año y capacidad biogénica del agua.

reducidos en tamaño, se hallaban completamente flácidos y su forma y color distintos a los del estado normal. Además, fué comprobada la atrofia casi total de los órganos genitales y la ausencia de grasa mesentérica, que en los ejemplares normales cubre al intestino en capas más o menos espesas; en cambio las vueltas intestinales presentan múltiples adherencias.

3. *Relaciones morfométricas.* — El coeficiente intestinal en la forma típica de inanición oscila alrededor de 2.4 y 2.9; en los ejemplares de la forma de transición el valor varía entre 3.0 y 3.6.

La reducción de la longitud intestinal oscila por lo tanto entre el 30 y el 45 %.

El coeficiente intestinal de la forma típica de inanición puede ser establecido en alrededor de 2.6 y el de la forma de transición alrededor de 3.3 para los ejemplares del acuario y 3.4-3.6 para los del lote del Río Luján, es decir los casos encontrados en su ambiente natural. Resulta pues que la diferencia entre los valores de los ejemplares de la forma de transición procedentes del acuario, y los encontrados en la naturaleza en estado similar de desnutrición, es muy reducida (0.1-0.2). Esto significa que el proceso de inanición se produce cumpliendo las mismas fases en la naturaleza y en el confinamiento de los acuarios.

El coeficiente celomático no sufre mayores variaciones; únicamente en las formas muy avanzadas de inanición existe una leve disminución, registrándose valores de 0.47, similares por otra parte a los de las formas juveniles normales.

El peso de las vísceras gastrointestinales, representa del 2.3 % al 5 % del peso total del cuerpo; en casi todos los ejemplares el conducto gastrointestinal se hallaba sin contenido alguno.

En base de estos resultados la forma de transición en *Prochilodus* se caracteriza por una reducción del peso (por encima del 12 %) y por el valor del coeficiente intestinal (3.0-3.6), sin presentar modificaciones profundas en la forma del cuerpo y en la estructura de conducto gastrointestinal.

En síntesis, los resultados morfométricos ponen en evidencia que entre la reducción de la longitud del conducto gastrointestinal y el grado de inanición, existe una relación directa; y se infiere que los ejemplares adultos de *Prochilodus*, con un coeficiente intestinal por debajo de 3.0, están encuadrados dentro de la forma de inanición.

Por lo tanto, el coeficiente intestinal puede ser considerado como un índice de apreciación del grado de desnutrición, en razón de que la autofagia de las vísceras es la última etapa del proceso.

VII

DISCUSIÓN COMPARATIVA SOBRE LOS RÉGIMENES OMNÍVORO E ILIÓFAGO, Y LAS ADAPTACIONES RESPECTIVAS EN LAS ESPECIES ESTUDIADAS DE *LORICARIA*, *PLECOSTOMUS* Y *PROCHILODUS*.

Comparando los resultados obtenidos por el estudio de la nutrición, organización del aparato digestivo, adaptaciones al régimen alimenticio y las relaciones morfométricas, se comprueba que las especies estudiadas presentan:

- a) caracteres comunes de adaptación en las diversas especies del mismo régimen alimenticio; y
- b) caracteres diferenciales que aparecen tanto en las especies de distinto régimen alimenticio, así como también en las del mismo régimen; en estas últimas las diferencias están en relación de dependencia con la especie en sí, el estado de especialización de las adaptaciones, los hábitos o costumbres y las características ambientales.

Es decir, que las especies estudiadas, presentan caracteres comunes debidos al mismo tipo de régimen alimenticio, y simultáneamente caracteres propios o específicos, que no solamente son dependientes del grado de adaptación al régimen, sino del grado de evolución general de la especie en su habitat.

A. *La nutrición y el régimen alimenticio.* — Si se comparan los resultados del análisis del contenido gastrointestinal, y las relaciones entre las especies estudiadas y el habitat de la nutrición, se pone en evidencia que los adultos de *Loricaria anus*, *Loricaria vetula*, *Plecostomus plecostomus*, *Plecostomus commersoni* y *Prochilodus lineatus*, buscan su alimento en la región del fondo. Desde el punto de vista ecológico, todas estas especies pueden ser consideradas como consumidores de la región del fondo, algunas habitantes permanentes del mismo (*Loricariidae*) y otras que sólo acuden a los efectos de la nutrición (*Prochilodus*).

Loricaria anus y *L. vetula* presentan un régimen alimenticio de tipo omnívoro general, prefiriendo fondos fangosos, ricos en organismos animales (limícolas y psamícolas), y diatomeas. Al contrario, *Plecostomus* y *Prochilodus* con un régimen alimenticio de tipo iliófago, aunque también prefieren fondos blandos, por su nutrición especializada, se alimentan

sobre aquellos ricos en sustancias orgánicas, que presentan un bioderma vegetal de diatomeas y algas filamentosas bien desarrollado.

En rigor de verdad, *Plecostomus* y *Prochilodus* poseen un régimen omnívoro, debido a que sus alimentos están constituidos por sustancias orgánicas de origen animal y vegetal, pero es un omnivorismo especializado, que presenta características propias de consumidores de fango, por cuya razón son considerados iliófagos.

En los representantes del género *Loricaria*, se observan variaciones cualitativas de los componentes de la comida principal, en los estados juvenil y adulto, y entre las especies estudiadas; en los de *Plecostomus* y *Prochilodus* por el contrario, no existen grandes variaciones; habiéndose encontrado siempre los mismos componentes principales.

Por otra parte se comprobó para todas las especies estudiadas, que las variaciones regionales y estacionales en el ciclo alimenticio anual fueron de importancia reducida, en los individuos de la misma especie y de diversas localidades. Durante todo el año los componentes de la comida principal, se mantuvieron más o menos constantes; solamente en el invierno cuando la temperatura fué baja, se constató en cierto número de casos, una disminución cuantitativa de los alimentos ingeridos, o la falta total de los mismos.

En todas las especies estudiadas, puede apreciarse la presencia de *componentes comunes* en su comida, especialmente diatomeas y fango con detritus, por la razón de que todos son consumidores de un *mismo habitat nutritivo*, y en general presentan los mismos hábitos o costumbres en relación con la ingestión de los alimentos. Para ilustrar mejor la presencia de los componentes comunes, se elaboró un cuadro comparativo para todas y cada una de las especies (ver cuadro de pág. 242).

Dado el mismo habitat de la nutrición y la presencia de componentes comunes, existe entre los individuos de las especies estudiadas una competición alimenticia. Esta es menos intensa en los representantes del género *Loricaria*, en razón de la diversidad de los organismos animales de su comida, y las posibilidades de un campo mayor en la elección de los alimentos. En *Plecostomus* y *Prochilodus*, la competición alimenticia es más acentuada, debido a que poseen un régimen especializado y monotrófico, condicionado a los mismos componentes nutritivos.

En la nutrición natural de todos estos peces, existe un carácter común, en el sentido que las condiciones normales de la nutrición y del crecimiento, se hallan en estrecha dependencia con la naturaleza del fondo, su composición biológica, extensión y valor de su capacidad biogénica.

B. Organización del aparato digestivo y adaptaciones correspondientes al régimen alimenticio. — El principio general de la organización del

CUADRO COMPARATIVO DE LOS COMPONENTES NUTRITIVOS DE LA COMIDA PRINCIPAL

Especies	Procedencia	Habitat de la nutrición	Régimen alimenticio	Componentes de la comida principal							
				Organismos animales			Organismos vegetales		Fango y detritus		
				Crustáceos	Chironomidae	Moluscos	Diatomeas	Algas filamentosas	Componentes inorgánicos	Detritus animal y vegetal	
<i>Loricaria anus</i>	U	Región del fondo: litoral y bentónica	Omnívoro	+	+++	+	+++	+	+++	++	
	P			+	+++	+	++	+	+++	++	
<i>Loricaria vetula</i>	P			++	+	+++	++	+	++	+	
	U			-	-	-	+++	+	+++	++	
<i>Plecostomus plecostomus</i>	U		Región del fondo: litoral y bentónica	Iltófago	-	-	-	+++	+	+++	++
<i>Plecostomus commersoni</i>	P				-	-	-	+++	+	+++	++
	U				-	-	-	+++	+	+++	++
<i>Prochilodus lineatus</i>	P				-	-	-	+++	+	+++	++
	L	-			-	-	+++	+	+++	++	

NOTA. — U = Río Uruguay; P = Río de la Plata; L = Río Luján; + = raro; ++ = abundante; +++ = muy abundante.

aparato digestivo en las especies estudiadas, es el mismo para las que tienen idéntico régimen alimenticio; poniéndose especialmente en evidencia, por el tipo de boca y la disposición, longitud y estructura del conducto gastrointestinal. Al mismo tiempo, se observa el mayor o menor desarrollo, y en ciertos casos la atrofia de algunos órganos, en relación de dependencia con el grado de especialización al régimen alimenticio.

En todas las especies estudiadas, se destaca como un carácter común el mismo tipo de boca, adaptada a una función suctora con diversos grados de especialización para cada una.

La adaptación a la función suctora en *Loricaria vetula* se halla menos desarrollada, en relación con la naturaleza de los alimentos de la comida principal; por el contrario, la función selectora es más intensa, a favor del gran número de barbillas en los labios, y la presencia de dientes labiales dispuestos en forma de rastrillos.

En *Loricaria anus* y *Plecostomus*, la función suctora es más pronunciada, como lo evidencia la conformación general de la cavidad bucofaríngea. En cambio la función selectora, reside principalmente en la cavidad faríngea, al permitir la ingestión de los corpúsculos alimenticios más finos, y expulsar los de gran diámetro, en una acción combinada con el aparato filtrador branquial muy eficiente.

La cavidad bucofaríngea de *Prochilodus* se presenta mucho más especializada a la función suctora, en razón de su conformación musculosa y la gran protractilidad de los labios; la función selectora se cumple igual que en *Loricaria* y *Plecostomus*.

Como un carácter común a todas las especies, se observa el desarrollo de una o dos válvulas bucales, que además de su rol en la función respiratoria, asegura un cierre más perfecto de la boca en el acto de la deglución y filtración de los alimentos.

En general, de acuerdo con el grado de especialización de la función suctora, y paralelamente con la naturaleza de los alimentos se observa una atrofia o desaparición total de los dientes labiales y faríngeos. Puede notarse una graduación, y en algunos casos compensaciones funcionales en las distintas especies, tal como sigue:

- a) *Loricaria vetula*, en cuya comida principal predominan los microgasterópodos, posee dientes labiales y sobre todo dientes faríngeos triturantes bien diferenciados;
- b) en *Loricaria anus*, que prefiere las larvas de *Chironomidae*, los dientes labiales están casi totalmente atrofiados, y de los faríngeos tipo desgarrante implantados sobre placas reducidas;

- c) en *Plecostomus*, consumidor de fango o de algas, los dientes labiales están desarrollados, pero los faríngeos muy rudimentarios; d) por último *Prochilodus*, consumidor típico de fango, presenta en comparación a las demás especies, la boca más adecuada a la succión: los dientes labiales son rudimentarios y poco numerosos, y los faríngeos faltan totalmente. En cambio presenta dos divertículos faríngeos secretores de mucus, para lubricar la masa de fango ingerida.

Entre el tipo de dientes faríngeos y la longitud total del conducto gastrointestinal, en las especies del mismo régimen alimenticio del género *Loricaria*, existe una correlación que se evidencia mejor por los valores del coeficiente intestinal (ver más adelante cuadro de la pág. 248). En *Loricaria vetula*, con dientes faríngeos de tipo triturante, la longitud del conducto es menor que en *L. anus* cuyos dientes son de tipo desgarrante.

En la organización y disposición del conducto gastrointestinal, se evidencia una estrecha relación entre las adaptaciones y el tipo de régimen alimenticio, con una graduación en la especialización de algunos órganos.

Un carácter común a todas las especies es la disposición del intestino en doble conducto arrollado: en planos superpuestos como ocurre en *Loricaria* y *Plecostomus* o dispuesto en laberinto como *Prochilodus*, con las vueltas sobre dos planos convergentes en el piso de la cavidad general. Debido a esta disposición en doble conducto, existe en el intestino de todas las especies un codo de inversión, y un sentido inverso de conducción de los alimentos.

Esta disposición no solamente está condicionada por la calidad del alimento, sino también por la forma de la cavidad general, y la tendencia hacia una economía de espacio en la misma, para permitir el aumento de la longitud intestinal en un volumen mínimo.

En la conformación, longitud y estructura del conducto gastrointestinal existe, como ocurre en la cavidad bucofaringea, una graduación específica de una menor a una mayor especialización al régimen alimenticio, y en algunos casos la presencia de compensaciones funcionales y orgánicas.

En los *Loricariidae* omnívoros (*L. vetula* y *L. anus*), falta un estómago propiamente dicho, compensado por la presencia de dientes faríngeos triturantes o desgarrantes; y es característica la desembocadura del sistema hepático, en la zona de unión de esófago y comienzo del conducto gastrointestinal. Por otra parte la longitud de este conducto presenta, si se considera la calidad de los alimentos de la comida principal,

un valor alto (ver más adelante los coeficientes promedio, pág. 248), en relación también con la falta de un estómago propiamente dicho.

El relieve de la mucosa intestinal presenta el mismo tipo de configuración con pliegues en zig-zag o en líneas onduladas en el primer segmento del conducto ¹, donde se realiza, al parecer, una función preferentemente digestiva de simplificación molecular; y en el segundo segmento la estructura en criptas o alveolar, evidenciaría una función preferentemente de absorción, por el aumento de la superficie.

No obstante pertenecer a la familia *Loricariidae*, *Plecostomus* presenta características propias. En razón de su régimen alimenticio especializado (iliófago), y al mismo tiempo por la existencia de adaptaciones respiratorias aéreas del estómago, éstas se ponen de manifiesto en la estructura especial y longitud del esófago y la enorme longitud del conducto intestinal, a los efectos de compensar funcionalmente la inexistencia de un estómago especializado como el de las otras especies iliófagas (*Prochilodus*, *Curimatus*, *Mugil*).

La inactividad digestiva propiamente dicha del estómago, se halla también compensada en parte por el gran desarrollo de la pared muscular y el epitelio mucoso del esófago, y el de la porción inicial del intestino.

El relieve intestinal, por otra parte, no presenta un aumento de la superficie por un mayor número de pliegues, sino que el incremento de la misma se halla en relación directa con el de la longitud total del intestino.

Prochilodus presenta la adaptación más especializada de todas las especies estudiadas, la cual se evidencia en todos los órganos del conducto gastrointestinal. Primeramente por el estómago pilórico, con el bulbo de unión y conducción, el extraordinario número de apéndices pilóricos, la presencia de una cámara pilórica con cribas, y por la longitud y estructura característica del intestino.

Gracias a la existencia del estómago pilórico especializado para una acción triturante, la longitud del intestino no es tan grande como en *Plecostomus*; por otra parte, la longitud intestinal también está compensada por el gran desarrollo de los pliegues valvulares y circulares de la mucosa, y por el de los apéndices pilóricos.

Una característica común que se destaca en las cinco especies estudiadas, es la contextura especial en la mucosa del segundo segmento intestinal (comprendido entre el codo de inversión y el ano), en el sentido que se evidencia un incremento de la superficie de absorción, en base a la forma, número y disposición de los pliegues de la mucosa.

¹ Tomando como punto de referencia el codo o dobladura de inversión.

Entre el grado de desarrollo de estos pliegues y la longitud intestinal existe una relación inversa.

Comparando el relieve de la mucosa intestinal de las especies estudiadas, en su relación con el tipo de régimen alimenticio, y los caracteres de la organización general del aparato digestivo, se destaca que el factor determinante de la estructura intestinal, no es solamente la naturaleza de los alimentos ¹, sino también el factor específico dado por la ubicación sistemática, que se traduce por el tipo de organización del aparato digestivo según el grado de especialización al régimen alimenticio. *Plecostomus*, cuyo régimen es del mismo tipo que el de *Prochilodus*, presenta en el relieve de su mucosa intestinal características más semejantes a *Loricaria* (*L. vetula* y *L. anus*), que posee un régimen omnívoro. En cambio, en *Prochilodus* se observa una diferenciación más manifiesta en el relieve de la mucosa, en razón de su alto grado de especialización, que se evidencia en todos los órganos del aparato digestivo.

Con respecto al hígado, también se comprobó una característica similar en todas las especies. Ella consiste en su disposición en lóbulos (3 ó 4), a los efectos de una economía del espacio, permitiendo así el desarrollo del conducto gastrointestinal, sin llevar a una disminución de la masa del hígado.

En síntesis, puede deducirse de los hechos comprobados, que especies diversas con un mismo régimen alimenticio pueden presentar distinta configuración anatómica en el aparato digestivo, pero las adaptaciones funcionales son las mismas; y éstas se hallan en directa dependencia con la naturaleza de los alimentos y hábitos de la nutrición. Este hecho se evidencia mejor entre *Plecostomus*, pez bentónico permanente, y *Prochilodus*, pez nectónico que acude a la región bentónica para nutrirse, por los siguientes caracteres:

- a) la boca diversamente configurada y ubicada, desempeña una misma función en relación con las costumbres de nutrición; y
- b) la preparación del cordón alimenticio, en el sentido de la aglutinación del fango, se cumple en ambas especies de la misma manera aunque en distintos órganos (esófago en *Plecostomus*, y divertículos faríngeos y estómago, en *Prochilodus*).

En el caso de una total especialización como ocurre en *Prochilodus*, el área de dispersión de la especie está limitada por el área del habitat de la nutrición; en cambio, cuando la especialización no es tan acen-

¹ ATHANASSOPOULOS (35 : 1-4), considera solamente como factor determinante del tipo de estructura de la mucosa intestinal, a la naturaleza del alimento.

tuada, el grado de acomodación para los cambios de habitat es mayor.

Respecto a las conclusiones que se inferen del estudio de la forma de inanición en *Prochilodus*, se pueden señalar las siguientes :

- a) las modificaciones repercuten en el aparato digestivo, especialmente en el conducto gastrointestinal y glándulas anexas, por variaciones de estructura y tamaño ;
- b) la atrofia de los órganos digestivos, y la modificación de la forma del cuerpo, se desarrollan paralelamente en la fase final del proceso, y ambos en relación directa con el grado de inanición ;
- c) la duración del proceso de inanición (8 a 10 meses), es decir el período de autofagia, es un índice que evidencia el grado de vitalidad de la especie ; y
- d) esto último parecería indicar que en las especies con régimen especializado, la resistencia al hambre es mayor que en las que poseen un régimen más general. Las especies del último grupo, encuentran mayor facilidad de hallar alimentos en su habitat, en razón de la naturaleza variada de los mismos ; mientras que las formas especializadas están expuestas a la carencia temporaria de su alimento, debido a su régimen monotrófico.

Para permitir una comparación de conjunto de los datos expuestos, fueron reunidos en un cuadro los caracteres de las principales adaptaciones del aparato digestivo en las especies estudiadas (ver página 248).

C. *Relaciones morfométricas.* — Las relaciones entre los caracteres de adaptación y el régimen alimenticio, tienen una expresión matemática en los coeficientes intestinal y celomático (especialmente el primero) que permiten establecer en un estudio comparativo, el grado de las variaciones en los individuos de la misma especie, o de especies diversas con un mismo régimen.

Representando en un gráfico comparativo (fig. 10) los valores promedio de los coeficientes intestinal y celomático de cada especie estudiada, se comprueba que :

- a) el coeficiente intestinal es más alto en los peces iliófagos, especialmente en *Plecostomus* que presenta una especialización que repercute sobre todo en el intestino, traducida por el enorme aumento de su longitud. En *Prochilodus* donde la especialización es múltiple, evidenciándose en todos los órganos del aparato digestivo, el valor del coeficiente intestinal representa proporcionalmente entre $1/3$ y $1/6$ de los valores de *Plecostomus commersoni* y *P.*

CUADRO COMPARATIVO DE LAS PRINCIPALES ADAPTACIONES DEL APARATO DIGESTIVO AL REGIMEN ALIMENTICIO EN LAS ESPECIES ESTUDIADAS

Especies	Procedencia	Régimen alimenticio	Relaciones morfométricas		Principales adaptaciones del aparato digestivo					Observaciones		
			R _I	R _{II}	Cavidad bucofaringea	Esófago	Estómago	Intestino	Otros órganos			
<i>Loricaria anus</i>	U	Omnívoro	1.7	0.21	1. Boca tipo suctor 2. Dientes faríngeos desgarrantes	—				Conducto gastrointestinal indiferenciado	Disposición del hígado en lóbulos; el tercero ubicado en el centro de las vueltas intestinales	Disposición de las vueltas intestinales en planos horizontales an-perpuestos
<i>Loricaria retula</i>	P											
<i>Plecostomus plecostomus</i>	U	Ilíofago	23.5	0.38	1. Boca tipo suctor 2. Presencia de una trascavidad	Especializado para fraccionamiento, lubricación y aglutinación	Adaptación respiratoria aérea	Enorme aumento de la longitud		Disposición de una cámara pilórica y gran número de apéndices pilóricos	Disposición del intestino en laberinto	Disposición del intestino en doble conducto con un codo de inversión
<i>Plecostomus commersoni</i>	P		13.9	0.34	3. Filtro branquial eficiente							
	U		4.2	0.53	1. Boca tipo suctor		Especialización: cardíaco para lubricación; pilórico para trituración	Diferenciación y especialización de la mucosa (relieve intestinal característico)				
	P		4.2	0.49	2. Presencia de dos divertículos faríngeos secretores	—						
<i>Prochilodus lineatus</i>	L		3.8	0.49	3. Filtro branquial eficiente							
	A	Inanición	2.9	0.50	—	—	Reducción del espesor de la pared	Reducción del espesor y de la longitud		Reducción de la cámara pilórica y del hígado		

NOTA. — U = Río Uruguay ; P = Río de La Plata ; L = Río Luján ; A = Acuario del Museo.

plecostomus, respectivamente. De esta diferencia, se destaca que el factor de variación en los valores del coeficiente intestinal, no depende solamente del tipo de régimen sino también del grado de especialización al régimen y del estado de evolución general de la especie;

- b) el coeficiente intestinal en *Loricaria anus* es más alto que en *L. vetula*, en razón de la naturaleza de los alimentos y la distinta configuración de los dientes faríngeos. Esta diferencia también

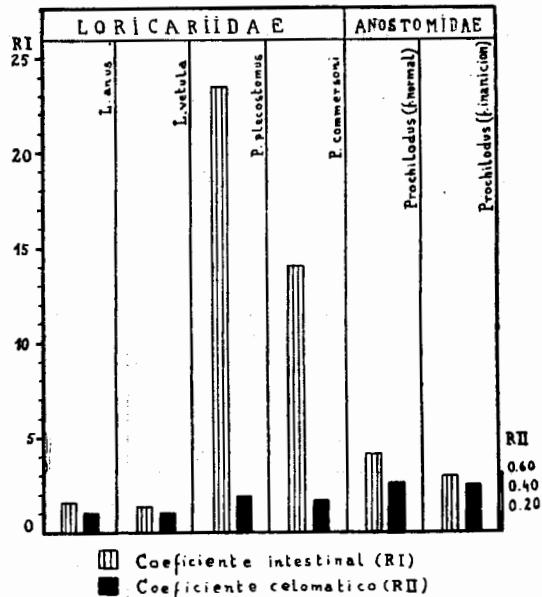


Fig. 10. — Gráfico comparativo de los coeficientes intestinal y celomático de las especies estudiadas

se manifiesta en el número de vueltas o espiras intestinales, 4 para *L. anus* y 3 para *L. vetula*;

- c) la diferencia de los valores del coeficiente intestinal en *Prochilodus*, en estado normal y en estado de inanición, es bien manifiesta; entre el valor del coeficiente y el estado de inanición, existe un paralelismo, tanto que aquél representa el índice del grado de inanición;
- d) con respecto al coeficiente celomático se comprueba que el valor más alto es el de *Prochilodus*; en *Loricaria anus* y *L. vetula* el valor es el más reducido, y se mantiene dentro del mismo límite; *Plecostomus* presenta un valor intermedio entre *Loricaria* y *Prochilodus*. En los representantes de la familia *Loricariidae*, se evi-

dencia una relación directa entre el crecimiento de la longitud del intestino y el aumento de la longitud de la cavidad general. El valor máximo en *Prochilodus* se explica por la forma comprimida del cuerpo y de la cavidad general, cuyo desarrollo es predominante en sentido longitudinal. En la forma de hambre de *Prochilodus*, el valor del coeficiente celomático no sufre mayores variaciones, lo que significa que la reducción del tamaño del cuerpo, por acción de la autofagia, se cumple manteniendo la proporción de las distintas partes del mismo.

Examinando los valores promedio de los coeficientes intestinal y celomático para cada especie, en relación con el estado de desarrollo, se ponen en evidencia algunas variaciones de las cuales las más importantes son :

- a) entre el estado juvenil y adulto en los individuos de *Loricaria* y *Plecostomus* se observa un aumento de los dos coeficientes. En *Loricaria* este aumento se mantiene casi con el mismo ritmo (ver cuadro comparativo por grupos de tamaño, pág. 250); en *Plecostomus* el aumento es más acentuado para el coeficiente intestinal, en razón del gran número de vueltas intestinales. Pero el ritmo de crecimiento intestinal entre juveniles y adultos, es mayor que el del celomático: mientras el primero presenta en los adultos un valor doble del de los juveniles, el segundo evidencia en los adultos un aumento equivalente a $1/4$ con respecto al de los juveniles (ver tabla morfométrica págs. 255-257). La explicación de la diferencia más acentuada en el ritmo de crecimiento de los dos coeficientes, entre juveniles y adultos de *Plecostomus*, está en el hecho de que el aumento de la longitud de la cavidad general no sigue el mismo ritmo de crecimiento del intestino, y además porque simultáneamente crece el diámetro lateral y vertical;
- b) en *Prochilodus* no se observan variaciones notables entre los valores de los coeficientes intestinal y celomático, entre juveniles y adultos; es decir que el conducto gastrointestinal y la cavidad general en los juveniles presentan casi los mismos valores del adulto en las relaciones morfométricas;
- c) en el caso de una especialización al régimen alimenticio, traducida especialmente por el enorme aumento de la longitud del intestino, como ocurre en las dos especies de *Plecostomus*, las variaciones del coeficiente intestinal son de gran amplitud. Entre los factores determinantes de estas variaciones podrían ser

VALORES PROMEDIO DE R_I Y R_{II} PARCIALES POR GRUPOS DE TAMAÑOS Y TOTALES, EN «LORICARIA» Y «PLECOSTOMUS»

Especie	Procedencia y número de los ejemplares por grupo	Grupos de tamaños en milímetros												Valores promedio	
		0-100		101-200		201-300		301-400		401-500		501-600			
		R _I	R _{II}	R _I	R _{II}	R _I	R _{II}	R _I	R _{II}	R _I	R _{II}	R _I	R _{II}	R _I	R _{II}
<i>Loricaria anus</i>	Núm....	2		6		19		4		3		1		35	
	U P	1.1	0.18	1.5	0.20	1.7	0.21	2.0	0.22	2.0	0.24	1.8	0.23	1.7	0.21
<i>Loricaria vetula</i>	Núm....	4		4		4		10		3		—		25	
	P	0.9	0.18	1.1	0.19	1.4	0.19	1.4	0.20	1.1	0.25	—	—	1.3	0.20
<i>Plecostomus plecostomus</i>	Núm....	1		12		—		—		—		—		13	
	U	22.9	0.37	23.5	0.38	—	—	—	—	—	—	—	—	23.5	0.38
<i>Plecostomus commersoni</i>	Núm....	16		4		3		2		—		—		25	
	P	11.2	0.32	17.0	0.35	19.6	0.36	20.7	0.38	—	—	—	—	13.9	0.34

NOTA. — U = Río Uruguay ; P = Río de la Plata.

considerados: el valor nutritivo del alimento (fango), la edad y la especie en sí.

En síntesis, se destaca de estas observaciones comparativas, la conclusión de que los coeficientes intestinal y celomático sufren variaciones específicas, individuales y regionales de gran amplitud, motivadas por el estado de desarrollo en el ciclo ontogenético y el valor nutritivo de los alimentos de la comida principal.

VIII

CONCLUSIONES GENERALES

En el presente trabajo se estudiaron las relaciones entre el tipo de régimen alimenticio y los caracteres anatómicos del aparato digestivo en las especies *Loricaria anus*, *L. vetula*, *Plecostomus plecostomus*, *P. commersoni* y *Prochilodus lineatus*.

Se abordó el problema de la nutrición natural por análisis del contenido gastrointestinal; la organización del aparato digestivo mediante estudios anátomo-histológicos; la determinación de las relaciones morfológicas y gravimétricas en los distintos órganos digestivos (estómago, intestino, hígado y apéndices pilóricos), comparados entre sí y con respecto al largo standard y peso total del cuerpo, con el fin de obtener los valores de los coeficientes intestinal y celomático.

Todos estos datos correlacionados con los caracteres fisiográficos y biológicos del habitat de la nutrición permitieron establecer las relaciones ecológicas, las que sirvieron para aclarar el carácter y grado de las adaptaciones al régimen alimenticio.

De los resultados del presente trabajo se infieren las siguientes conclusiones:

A. Con respecto a la nutrición natural.

1ª *Loricaria anus* y *Loricaria vetula* son peces de régimen alimenticio omnívoro, con preferencia de organismos animales de la fauna bentónica (*Chironomidae*, moluscos y crustáceos); *Plecostomus plecostomus*, *P. commersoni* y *Prochilodus lineatus* son consumidores de fango (detritus orgánico) y diatomeas de la capa iliotrófica, razón por la cual poseen un régimen alimenticio iliófago.

2^a Todas las especies estudiadas, ya sean omnívoras o iliófagas son consumidoras permanentes de la región litoral y bentónica, con preferencia de fondos blandos ricos en sustancias orgánicas, organismos limícolas, psamícolas, diatomeas y algas filamentosas.

3^a El fango constituye en la nutrición de los peces iliófagos un vehículo de transporte de los alimentos de la comida principal (detritus orgánico, diatomeas y algas filamentosas); al mismo tiempo sirve como agente mecánico, gracias a las partículas de cuarzo que contiene, en el proceso de disgregación de las diatomeas (*Prochilodus*).

B. Con respecto a la organización del aparato digestivo y adaptaciones correspondientes.

4^a En *Loricaria anus* y *L. vetula* las adaptaciones propias del régimen alimenticio se manifiestan por la forma de los dientes faríngeos (desgarrantes y triturantes respectivamente), y por la uniformidad anatómica del conducto gastrointestinal: ausencia de un estómago diferenciado y estructura histológica del mismo tipo en toda la extensión del conducto.

5^a En *Plecostomus plecostomus* y *P. commersoni* las adaptaciones se manifiestan por la conformación y estructura del esófago, y el enorme aumento de la longitud intestinal; en razón de la función respiratoria aérea del estómago, la adaptación al régimen alimenticio se realiza especialmente a expensas del intestino.

6^a En *Prochilodus lineatus* las adaptaciones alcanzan a todos los órganos del aparato digestivo (especialización múltiple) y se manifiestan por el alto grado de especialización: existencia de divertículos faríngeos y de un estómago pilórico triturante, presencia de una cámara pilórica, gran número de apéndices pilóricos y aumento de la superficie del relieve intestinal.

7^a La ausencia de un estómago diferenciado o la adaptación del mismo a una función respiratoria aérea, determina la existencia de compensaciones funcionales, que se manifiestan por: presencia de dientes faríngeos especializados y aumento de la longitud intestinal en *Loricaria anus* y *L. vetula*; o bien por una especialización del esófago y de la porción inicial del intestino, y

aumento de la longitud intestinal como en *Plecostomus plecostomus* y *P. commersoni*.

8ª La disposición arrollada del conducto gastrointestinal y la disposición de la glándula hepática, con uno de los lóbulos de ubicación central en las vueltas intestinales, son las mismas en los representantes estudiados de la familia *Loricariidae*, sea cual fuere el régimen alimenticio al cual pertenezcan. Es decir que en las especies de *Loricaria* y *Plecostomus* el carácter de familia, logrado por una adaptación general a la vida bentónica, es dominante; las adaptaciones al tipo de régimen alimenticio se evidencian principalmente en la organización anatómica y no en la disposición de los órganos digestivos.

9ª En las especies estudiadas de las familias *Loricariidae* y *Anostomidae*, sobresalen como caracteres comunes, el tipo suctor de boca y la disposición del intestino en doble conducto, con sentido inverso de conducción de los alimentos en cada segmento.

10ª Entre grado de especialización al régimen alimenticio y desarrollo del relieve de la mucosa intestinal de *Prochilodus*, existe una correlación positiva; la mucosa intestinal aumenta su superficie mediante el gran desarrollo de los pliegues y no por un incremento de la longitud del intestino.

C. Con respecto a las relaciones morfométricas.

11ª Los valores promedio del coeficiente intestinal son los siguientes: *Loricaria vetula* 1.3; *L. anus* 1.7; *Prochilodus lineatus* forma normal 4.1 y forma de inauición 2.9; *Plecostomus commersoni* 13.9; *P. plecostomus* 23.5.

12ª El valor de este coeficiente es variable para las especies estudiadas de las familias *Loricariidae* y *Anostomidae*. Las variaciones comprobadas están en relación con: la especie, el estado del individuo en el ciclo ontogenético, la calidad del alimento y el estado de nutrición.

13ª El coeficiente intestinal si bien es un valor que sirve para caracterizar a un régimen alimenticio, no traduce por sí solo el grado de especialización a un régimen determinado; en cambio es un índice de apreciación del estado de nutrición de una espe-

cie dada, cuando se conoce el valor del mismo en dicha especie en estado normal de nutrición (forma normal, de transición y de inanición o de hambre).

- 14^a Los valores promedio del coeficiente celomático son: *Loricaria vetula* 0.20; *L. anus* 0.21; *Plecostomus commersoni* 0.34; *P. plecostomus* 0.38; *Prochilodus lineatus* forma normal 0.51 y forma de inanición 0.50.
- 15^a En todas las especies estudiadas el coeficiente celomático varía con el estado del individuo en el ciclo ontogenético; especialmente en las especies estudiadas de *Loricariidae* existe una correspondencia entre el aumento de este coeficiente y el intestinal.
- 16^a En la forma de inanición de *Prochilodus* se produce una reducción del 30% en la altura del cuerpo y una disminución del 30% al 45% en la longitud intestinal, así como también una pérdida de peso por encima del 70%.

TABLAS MORFOMÉTRICAS

Especie	Procedencia	Número	L ₁ mm	L ₂ mm	Leg mm	P ₁ gr	P ₂ gr	Ltgi mm	R _I	R _{II}	R _{III}
<i>Loricaria anus</i>	Río Uruguay	1	126	110	20	5.5	—	133	1.2	0.18	—
		2	185	159	32	21.5	1.0	243	1.5	0.20	4.6
		3	210	178	37	36.5	1.5	350	1.9	0.20	4.1
		4	212	182	40	38.0	1.5	303	1.6	0.21	3.9
		5	219	190	39	43.0	1.5	288	1.5	0.20	3.4
		6	234	197	43	56.0	2.5	360	1.8	0.21	4.4
		7	238	203	42	51.0	1.5	307	1.5	0.20	2.9
		8	247	206	44	52.0	1.5	375	1.8	0.21	2.8
		9	261	209	45	57.0	2.0	302	1.4	0.21	3.5
		10	254	213	45	67.0	3.0	420	1.9	0.21	4.4
		11	—	217	46	78.0	3.0	420	1.9	0.21	3.7
		12	260	220	46	69.0	2.0	310	1.4	0.20	3.0
		13	271	227	49	81.0	3.0	445	1.9	0.21	3.7
		14	275	227	50	80.5	2.0	297	1.3	0.22	2.4
		15	281	235	51	77.0	2.5	490	2.0	0.21	3.3
		16	278	238	50	81.0	3.0	432	1.8	0.21	3.7
		17	280	242	52	99.5	2.5	461	1.9	0.21	2.5
		18	—	243	48	95.0	3.0	477	1.9	0.20	3.1
		19	305	251	55	103.0	3.0	515	2.0	0.21	2.9
		20	299	253	58	123.0	4.0	503	1.9	0.22	3.2
		21	312	259	55	132.0	3.5	424	1.6	0.21	2.6
		22	313	261	57	127.0	3.5	393	1.5	0.21	2.7
		23	310	262	57	123.5	4.0	520	2.0	0.21	3.2
	24	Río de la Plata	71	62	10	1.5	—	62	1.0	0.16	—
	25		78	70	14	2.0	—	91	1.3	0.20	—
	26		—	340	80	306.0	10.0	630	1.8	0.23	3.2
	27		486	405	98	672.0	50.0	735	1.8	0.24	7.4
	28		525	428	113	705.0	43.0	820	1.9	0.26	6.0
	29		582	484	120	1257.0	74.0	1140	2.3	0.24	5.8
	30		790	650	150	1005.0	80.0	1172	1.8	0.23	7.0
31	Río Luján	285	235	50	104.0	3.0	390	1.6	0.21	2.8	
32		388	318	73	290.0	10.0	695	2.1	0.22	3.4	
33		378	322	69	255.0	10.0	735	2.2	0.21	3.9	
34		413	353	78	384.0	12.0	715	2.0	0.22	3.1	
35	Delta del Paraná	304	256	54	108.0	3.0	430	1.6	0.21	2.7	
<i>Loricaria vetula</i>	Río de la Plata	36	75	67	12	1.0	—	57	0.8	0.17	—
		37	97	86	16	3.0	—	80	1.0	0.18	—
		38	104	92	18	3.0	—	93	1.0	0.20	—
		39	108	95	19	4.5	—	105	1.1	0.20	—
		40	135	120	23	8.0	0.5	125	1.0	0.19	6.2
		41	170	142	31	15.0	1.0	183	1.2	0.21	6.6
		42	171	145	28	15.5	1.5	185	1.2	0.19	9.6
		43	171	146	30	18.5	2.0	192	1.3	0.20	10.8
		44	265	220	44	70.0	5.5	342	1.5	0.20	7.8

Especie	Procedencia	Número	L ₁ mm	L ₂ mm	Leg mm	P, gr	P' _a gr	Ltgi mm	Rt	R ₁₁	R ₁₁₁		
<i>Loricaria vetula</i>	Río de la Plata	45	262	225	43	77.0	—	295	1.3	0.19	—		
		46	350	287	61	154.0	9.5	550	1.9	0.21	6.1		
		47	355	295	57	158.0	9.0	340	1.1	0.19	5.6		
		48	364	305	61	202.0	13.5	490	1.6	0.20	6.6		
		49	400	328	70	282.0	16.5	567	1.7	0.21	5.8		
		50	—	335	74	236.0	—	385	1.1	0.22	—		
		51	421	357	84	335.0	20.0	585	1.6	0.23	6.0		
		52	420	358	94	332.0	—	510	1.4	0.25	—		
		53	460	365	73	325.0	18.0	596	1.6	0.20	5.5		
		54	—	377	80	420.0	28.0	600	1.5	0.21	6.6		
		55	470	389	86	475.0	25.0	610	1.5	0.22	5.2		
		56	485	395	86	480.0	—	590	1.4	0.21	—		
		57	491	407	110	525.0	—	523	1.2	0.26	—		
		58	—	427	105	600.0	33.0	425	1.0	0.24	5.5		
		59	550	428	112	610.0	40.0	522	1.2	0.26	6.5		
			Río Paraná	60	477	385	78	375.0	12.0	525	1.3	0.20	3.2
		<i>Plecostomus plecostomus</i>	Río Uruguay	61	128	91	34	18.0	4.0	2085	22.9	0.37	22.2
				62	142	102	34	25.0	3.5	1900	18.6	0.33	14.0
				63	139	103	40	31.0	7.5	2495	24.1	0.38	24.1
64	143			108	39	26.0	3.0	1808	16.7	0.36	11.5		
65	178			126	50	45.0	10.0	3027	24.0	0.39	22.2		
66	183			130	50	47.0	7.5	3150	24.2	0.38	15.9		
67	192			132	55	55.0	13.0	3610	27.3	0.41	23.6		
68	193			133	53	54.0	10.0	3315	24.9	0.39	18.5		
69	207			149	58	68.0	14.0	4120	27.6	0.38	20.4		
70	213			153	60	83.0	21.0	4060	26.5	0.39	25.3		
71	215			154	61	82.0	19.0	3820	24.4	0.39	23.1		
72	237			165	67	93.0	21.0	3720	22.4	0.40	22.5		
73	239			169	66	92.0	19.0	3716	21.9	0.39	20.6		
<i>Plecostomus commersoni</i>	Río de la Plata			74	36	28	8	—	—	153	5.4	0.28	—
		75	38	30	10	—	—	220	7.3	0.33	—		
		76	46	35	12	1.0	—	208	5.9	0.34	—		
		77	58	44	14	1.5	—	381	8.6	0.31	—		
		78	60	44	14	2.0	—	440	10.0	0.31	—		
		79	60	46	15	2.5	—	390	8.4	0.32	—		
		80	66	53	19	2.0	—	533	10.0	0.35	—		
		81	79	58	22	4.5	1.0	908	15.0	0.37	22.0		
		82	80	60	21	4.5	0.5	715	11.9	0.33	11.1		
		83	82	62	21	5.0	0.7	738	12.2	0.33	15.0		
		84	90	66	22	7.5	1.0	867	13.1	0.33	13.3		
		85	94	72	22	7.0	0.5	920	12.7	0.30	7.1		
		86	121	85	28	11.0	1.5	1360	16.0	0.37	13.6		
		87	119	88	29	13.5	2.0	1270	14.4	0.32	14.7		
		88	120	90	32	18.0	1.5	995	11.0	0.35	7.7		
		89	136	96	35	19.0	3.0	1920	20.0	0.36	15.7		
		90	173	122	41	35.0	3.0	1712	14.0	0.33	8.5		

Especie	Procedencia	Número	L, mm	L ₂ mm	Leg mm	P, gr	P _d gr	Ltgi mm	Rt	R ₁₁₁	R ₁₁₁₁
<i>Plecostomus commersoni</i>	Río de la Plata	91	212	152	56	80.0	10.5	2560	16.8	0.36	13.1
		92	218	155	55	93.0	12.0	2990	19.2	0.35	12.9
		93	219	159	60	85.0	12.0	2858	18.0	0.37	14.1
		94	289	208	75	190.0	22.0	4973	23.8	0.36	11.5
		95	302	219	78	238.0	25.0	3726	17.0	0.35	10.5
		96	337	238	92	265.0	43.0	4350	18.2	0.38	16.2
		97	436	321	115	735.0	116.0	6090	19.0	0.35	15.7
		98	495	375	161	890.0	120.0	8400	22.4	0.42	13.4
<i>Plecostomus punctatus</i>		99	116	88	28	14.0	1.5	1015	11.5	0.32	10.7
		100	265	192	71	144.0	18.0	4045	21.0	0.36	12.5
		101	354	260	92	347.0	28.0	4487	17.2	0.35	8.6
<i>Prochilodus lineatus</i>	Río Uruguay	102	215	165	93	103.0	17.5	762	4.6	0.57	16.9
		103	215	168	83	105.0	11.0	643	3.8	0.49	10.4
		104	226	175	99	120.0	12.5	784	4.4	0.56	10.4
		105	225	176	96	118.0	14.0	814	4.6	0.54	11.8
		106	228	183	92	121.0	15.0	834	4.5	0.50	12.3
		107	241	185	100	154.0	11.5	770	4.1	0.54	7.4
		108	240	187	100	157.0	10.5	846	4.5	0.53	6.6
		109	247	190	104	150.0	11.0	760	4.0	0.54	7.3
		110	245	192	103	158.0	13.0	750	3.9	0.53	8.2
		111	255	197	112	160.0	17.0	933	4.7	0.56	10.6
		112	260	205	105	175.0	12.5	842	4.1	0.51	7.1
		113	261	205	108	170.0	9.0	963	4.5	0.52	5.2
		114	266	206	107	177.0	13.5	873	4.2	0.51	7.6
		115	272	206	115	218.0	18.0	940	4.5	0.55	8.2
		116	270	208	114	192.0	13.0	828	4.0	0.54	6.7
		117	280	214	118	233.0	15.0	839	3.9	0.55	6.4
		118	275	218	118	215.0	16.0	891	4.0	0.54	7.4
		119	277	220	122	230.0	14.0	954	4.3	0.55	6.0
		120	278	222	122	228.0	15.0	942	4.2	0.54	6.5
		121	285	225	122	262.0	17.5	882	3.9	0.54	6.6
		122	288	227	127	262.0	15.0	923	4.0	0.55	5.7
123	288	228	123	278	20.0	1028	4.5	0.54	7.1		
124	290	229	121	280	13.5	1005	4.3	0.52	4.8		
125	289	230	118	250	24.5	1037	4.5	0.51	9.8		
126	291	230	118	260	16.5	960	4.1	0.51	6.3		
127	296	230	129	241	17.0	922	4.0	0.56	7.0		
128	300	235	127	300	18.5	1065	4.5	0.54	6.1		
129	311	242	133	290	16.0	1160	4.7	0.54	5.5		
130	310	243	134	300	19.0	1042	4.3	0.55	6.3		
131	309	245	129	312	19.0	1024	4.1	0.52	6.0		
132	344	280	150	503	36.0	1196	4.2	0.53	7.1		
133	375	325	164	635	48.0	1397	4.3	0.50	7.5		
	Río de la Plata	134	57	52	24	2.5	—	179	3.4	0.46	—
		135	88	68	33	7	0.5	295	4.3	0.48	7.1
		136	88	68	34	8	0.5	272	4.0	0.50	6.2

Especie	Procedencia	Número	L ₁ mm	L ₂ mm	Leg mm	P ₁ gr	P ₂ mm	Ltgi mm	R ₁	R ₁₁	R ₁₁₁		
<i>Prochilodus lineatus</i>	Río de la Plata	137	94	74	35	9.5	1.0	304	4.0	0.47	10.0		
		138	104	86	43	15	2.0	396	4.6	0.50	13.3		
		139	127	98	51	21	1.5	415	4.2	0.52	7.1		
		140	—	166	83	108	11.0	765	4.6	0.50	10.0		
		141	222	170	90	136	11.0	703	4.1	0.52	8.0		
		142	243	193	98	173	9.0	640	3.3	0.50	5.1		
		143	250	198	97	178	15.5	860	4.3	0.49	8.6		
		144	262	205	108	213	20.0	908	4.4	0.52	9.4		
		145	262	208	115	251	31.0	1105	5.3	0.55	12.3		
		146	270	220	120	260	—	1030	4.6	0.54	—		
		147	280	222	115	274	23.0	1043	4.6	0.51	8.4		
		148	287	224	120	290	34.0	1026	4.5	0.53	11.4		
		149	290	224	118	276	21.0	953	4.2	0.52	7.6		
		150	287	225	118	222	15.0	806	3.5	0.55	6.7		
		151	290	227	124	320	30.0	899	3.9	0.54	9.3		
		152	295	233	126	305	27.0	1065	4.5	0.54	8.8		
		153	293	234	120	317	25.0	941	4.0	0.51	7.8		
		154	298	237	122	307	21.0	1007	4.2	0.51	6.8		
		155	300	240	126	352	39.0	988	4.1	0.52	11.7		
		156	305	243	136	345	30.5	1210	4.9	0.55	8.8		
		157	313	244	138	367	—	1035	4.2	0.56	—		
		158	312	247	138	394	42.0	1123	4.5	0.55	10.6		
		159	—	248	134	403	44.0	1171	4.7	0.54	10.9		
		160	317	250	132	365	19.0	1055	4.2	0.52	5.2		
		161	322	257	135	328	14.5	1028	4.0	0.52	4.4		
		162	332	260	140	450	40.0	1077	4.1	0.53	8.8		
		163	340	273	137	477	50.0	1167	4.2	0.50	10.4		
		164	—	325	170	745	64.0	1491	4.5	0.52	8.7		
		165	566	490	260	2410	171.0	1979	4.0	0.53	7.0		
		166	604	508	270	3555	276.0	2054	4.0	0.53	7.0		
			Río Paraná	167	96	75	37	11	0.5	321	4.2	0.49	—
			Río Luján	168	230	181	87	154	10.0	677	3.7	0.48	6.4
				169	232	182	87	153	19.0	880	4.8	0.47	12.4
				170	235	186	94	163	10.0	654	3.5	0.50	6.1
				171	241	188	94	158	13.0	699	3.7	0.50	8.2
				172	242	190	97	195	15.0	782	4.1	0.51	7.6
		173	243	192	98	167	10.0	712	3.7	0.51	5.9		
		174	245	197	95	156	10.0	673	3.4	0.48	6.3		
		175	248	197	102	179	9.5	728	3.6	0.51	5.3		
		176	250	198	98	183	12.0	737	3.7	0.49	6.5		
		177	252	201	101	199	13.0	742	3.6	0.50	6.5		
		178	254	201	99	206	12.0	774	3.8	0.49	5.8		
		179	258	202	108	190	15.0	858	4.2	0.53	7.8		
		180	256	203	102	199	12.0	794	3.9	0.50	6.0		
		181	256	203	101	167	12.0	954	4.6	0.49	7.1		
		182	263	203	103	254	17.0	835	4.1	0.50	6.6		
		183	265	201	112	213	13.0	745	3.5	0.53	6.1		

Especie	Procedencia	Número	L ₁ mm	L ₂ mm	Lcg mm	P ₁ gr	P _d gr	Ltgi mm	R _I	R _{II}	R _{III}
<i>Prochilodus lineatus</i>	Rio Luján	184	266	209	101	223	14.0	780	3.7	0.48	6.2
		185	268	212	110	232	14.0	790	3.7	0.51	6.0
		186	267	212	103	223	14.0	701	3.3	0.49	6.2
		187	268	213	107	218	11.0	827	3.8	0.50	5.0
		188	270	213	106	208	13.0	789	3.7	0.49	6.2
		189	274	223	112	244	19.0	819	3.6	0.50	7.7
		190	288	225	118	260	16.0	886	3.9	0.52	6.1
		191	286	226	115	272	16.0	936	4.1	0.50	5.8
		192	286	228	117	250	15.0	952	4.1	0.51	6.0
		193	288	230	115	270	19.0	897	3.9	0.50	7.0
		194	290	231	112	276	17.0	800	3.4	0.48	6.1

Summary. — *Adaptations of the digestive apparatus to the diet in some fishes from the Uruguay and La Plata rivers.* (I. — Omnivorous and iliophagous type in some species of *Loricariidae* and *Anostomidae* families).

This study summarizes a large number of observations about natural nutrition and adaptation of the digestive apparatus to the diet, in the following species: *Loricaria anus*, *Loricaria vetula*, *Plecostomus plecostomus*, *Plecostomus commersoni* (family of *Loricariidae*) and *Prochilodus lineatus* (family *Anostomidae*).

Materials for the studies were almost entirely taken from Uruguay river in front of Santo Tomé and Concepción del Uruguay (*Loricaria anus*, *Plecostomus plecostomus*, *Prochilodus lineatus*); Rio de la Plata from littoral region between Buenos Aires and Atalaya (*Loricaria anus*, *Loricaria vetula*, *Plecostomus commersoni*, *Prochilodus lineatus*); and from Luján river, in front of Pilar (*Prochilodus lineatus*).

The problem of natural nutrition has been considered by analysis of the gastrointestinal content, the organization of the digestive apparatus by anatomical and histological studies; the determination of the morphometric and gravimetric relations of various digestive organs (stomach, intestine, liver, pyloric apendices) by comparison to the standard length and total weight of the body, in order to obtain the values of the intestinal and coelomatic coefficients (R_I and R_{II} respectively). This data have contributed to explain the character and degree of adaptation to the diet of the species considered in the present work.

There was, moreover, an opportunity to study in *Prochilodus lineatus* the underfeeding conditions and starvation (hungry from) on specimens in the aquarium of the Museum, as well as on some others coming from the natural environment (Luján river); giving so a chance to obtain better knowledge of the influence of starvation on fish organism.

From the standpoint of nutrition ecology, all the studied species seek food on the bottom, littoral or benthonic zones. The *Loricariidae* are permanent inhabitants of this region, *Prochilodus lineatus* only comes there to find food.

Loricaria anus and *Loricaria vetula* are of the omnivorous type, preferring mud and sand animals to which they frequently add mud and diatomeae in various quantities. The studied species of *Plecostomus* and *Prochilodus* have special diet of the iliophagous type, their food being composed of mud, organic substances, diatomeae and filamentous algae.

The qualitative variations of nutrition of the species originating from different places are not very important. Only the young *Loricaria anus* and *Loricaria vetula* are more carnivorous than adults; on the contrary the young and the adult of *Plecostomus* and *Prochilodus* do not show any difference, their nourishment being composed of mud and its nutritive components.

The adaptation to the diet chiefly appear in conformation, organization and functioning of the buccopharyngeal cavity and of the gastrointestinal conduct, as follows :

A. *Loricaria anus* and *Loricaria vetula*. The general organization of the body and ventral position of the mouth are corresponding to the benthonic habit. The general organization of the digestive apparatus shows relation to the type of diet: mouth is of suctorial type, more pronounced in *L. anus*, the pharyngeal cavity has well developed pharyngeal bones, and teeth adapted to the kind of natural food. In *L. vetula* that feeds mostly on small molluscs, triturating pavement teeth are present (fig. 2, I and II); the teeth of *L. anus* whose principal nourishment is composed of larvae of *Chironomidae* are sharp, conical, of a tearing type (fig. 2, III and IV). The gastrointestinal conduct is rolled in a spiral, on two superposed plans, resting on the base of the general cavity (fig. 4, II and IV). This conduct does not show any anatomical differentiation in either of the species, and has no stomach in the strict sense of the word, and the hepatic system is placed in the limit of the separation between the oesophagus and beginning of the gastrointestinal conduct. From the histological point of view, the structure is uniform in the full extent of the conduct, only the type of the mucous-membrane's ingrowths in its various segments is different, in relation to the functions of digestion and absorption (fig. 3, III). All these properties are characteristic of the omnivorous fishes, lacking a stomach in the strict sense of the word. The disposition of the intestine in double conduct is specially characteristic (fig. 3, II). Each of its segments serves to conduct nourishment in opposite direction; the change of direction takes in a flexure of inversion, formed by the intestine. The liver has three lobes, two anterior and one central (fig. 4, II, III and IV); the rolled intestine with connecting flexure of inversion can be seen around the central lobe. The length of the gastrointestinal conduct in relation to the standard length of the body is appreciable: the average intestinal coefficient of *L. anus* is 1.7 and that of *L. vetula* 1.3; the difference of the values could be explained by the quality of the principal nourishment and the type of the pharyngeal teeth. Moreover, variations of intestine length have been verified between young and adults, the values being lower in the first case.

B. *Plecostomus plecostomus* and *Plecostomus commersoni*. The specimens coming from flatland waters with mud and sand botton, have a diet of iliophagous type. The from of the body and the disposition of the digestive apparatus are similar to those of *Loricaria*; only due to the specialization on a monotrophic diet, the adaptations are more characteristic and are showed by: a) mouth of a more pronounced suctorial type and more efficient branchial filter; b) atrophy of the pharyngeal teeth; c) oesophagus specialized for fractipning, lubrication and agglutination of mud; and d) an enormous increase of the intestine lenght: *P. commersoni* has an average coefficient 13.9 and *P. plecostomus* 23.5; great variation exits between youngs and adults, specially in *P. commersoni* (see morphometric table, page 255-259). The liver shows four lobes of the same disposition and place as in the case of *Loricaria*. In both of these species the stomach is well diferenciated but adapted to breathing air, which determinates functional compensations in the gastrointestinal conduct, of the same kind as the adaptations to the diet. These compensations show themselves through the functional specialization of the oesophagus and the first part of the intestine, and a great increase of the intestine length. The adaptations are related to the quality of the food, difficult to digest and to the necessity to ingest large quantities of mud with smial contents of organic substances. The species of *Plecostomus* have also common features with those of *Loricaria* as to the disposition of the intestine and the structure of the ingrowths of the intestinal mucose and could be considered as family philogenetical characters.

C. *Prochilodus lineatus*. The diet is of an iliophagous type without differences between youngs and adults. This is a fish of nectonic habit, but its nutrition depends on the benthos, specially on its ilirotrophical layer (mud with diatomeae and filamentous algae). It shows more peculiar adaptations to the diet which appear harmonically in all organs of the digestive apparatus (multiple specialization). The disposition of the digestive apparatus is related to the form of the body. The adaptations to the diet are showed through: a) mouth of suctorial type and the existence of pharyngeals diverticales with mucus secretion; b) efficient branchial filter; c) stomach neatly diferenciated in two regions: the cardiac stomach with lubricational and agglutinational functions, and the pyloric stomach that is muscular and well developed, with triturational and lubricational functions; d) presence of a pyloric cavity with the entrance of the pyloric appendices and of the hepatical system; and e) the special characters of the intestine which consist in the peculiar ingrowths of the mucose with three kinds of folds: circular, valvular and longitudinal (fig. 9), all of which are far more numerous and well developed in its final part due to the increase of the absorbing surface. The liver forms three lobes with a well developed gall bladder. The pancreas is a gland dipersed among the pyloric appendices. The average intestinal coefficient is approxima-

tively 4; the special character of the intestine is not its length, but the specialization of the mucosa's ingrowths. The coefficient varies with the age and nutrition conditions; this last circumstance has been verified by study of underfeeding and starvation forms. In the underfeeding conditions of *Prochilodus* two forms can be found: a) the transition form, which is frequent in the natural environment during the winter (reduction of the weight, the body height and the intestine length without deep somatic modifications); and b) the starvation form (hungry form) which occurs after 8 or 10 months of confinement in aquarium without the specific food. The results obtained from studies of the starvation form are the following: a) the modifications due to starvation influence in the digestive apparatus, specially in the gastrointestinal conduct and annexed glands, varying their structure and size; b) the atrophy of the digestive organs and the alteration of the body form, developing simultaneously in the final phase of the starvation process; c) the duration of this process (8 to 10 months) *i. e.* the autophagy period, shows the degree of vitality of the species; and d) latter seems to show that the resistance to hunger is greater in the species with special feeding habits than in those whose diet conditions are more general character.

Comparing the results as to the nutrition, for all the species considered, it appears clearly that these species evidence common properties of adaptation to the same type of diet, showing simultaneously specific characters which do not depend only on the degree of adaptation to the diet, but also on the degree of the general evolution of the species in its habitat.

Verified facts are showing that different species with the same diet may have different anatomical configuration of the digestive apparatus, but functional adaptations are identical and depend directly on the nature of food and food habits. This fact is more evident in the case of *Plecostomus*, a permanent benthonic fish, and *Prochilodus* a nectonic fish that comes to the benthos for food, due to the following properties: a) different configuration and situation of the mouth that fulfills the identical functions as to the nutrition habits; b) the preparation of the nourishing cordon in the sense of agglutination of mud is fulfilled in a similar way, although different organs (oesophagus by *Plecostomus* and pharyngeal cavity and stomach by *Prochilodus*); and c) the absorption of the nutritive substances imposes an increase of the intestinal mucosa surface in both species, but each one does it on the basis of different adaptations: while *Plecostomus* does it at the expenses of an increase of intestine length, the same thing takes place in *Prochilodus* by development of the mucosa ingrowths. In order to illustrate the principal adaptations of the digestive apparatus to the diet, a comparative table annexed is presented (page 263).

The most important conclusions obtained are the following:

1. In *Loricaria anus* and *Loricaria vetula* the adaptations to the diet are notable in the structure of the pharyngeal teeth (tearing and triturating res-

COMPARATIVE TABLE OF THE PRINCIPAL ADAPTATIONS OF THE DIGESTIVE APPARATUS IN THE STUDIED SPECIES

Species	Origin	Diet	Morphometric relations		Principal Adaptations of the Digestive Apparatus					Observations	
			Intestinal coefficient	Coelomatic coefficient	Bucopharyngeal Cavity	Oesophagus	Stomach	Intestine	Other Organs		
<i>Loricaria anus</i>	U P	Omnivorous	1.7	0.21	1. Suctorial type of the mouth 2. Tearing pharyngeal teeth	—	—	—	Gastrointestinal conduct non differentiated	Liver divided in lobes, the central of them enclosed in the intestinal spirals	Disposition of the intestinal spirals in horizontal superposed plans
<i>Loricaria vetula</i>	P										
<i>Plecostomus plecostomus</i>	U	Iliophagous	23.5	0.38	1. Suctorial type of the mouth 2. Presence of a transcavity	Specialized for fractioning, lubrication and agglutination	Adaptation to breathing air function	Enormous increase of length	Liver divided in lobes, the central of them enclosed in the intestinal spirals	Disposition of the intestinal spirals in horizontal superposed plans	
<i>Plecostomus commersoni</i>	P										13.9
<i>Prochilodus lineatus</i>	U	Iliophagous	4.2	0.53	1. Suctorial type of the mouth 2. Presence of the pharyngeal diverticles	—	Specialized: a) the cardiac for lubrication b) the pyloric for trituration	Differentiation and specialization of the mucose (intest. mucose ingrowths characteristic)	Presence of a pyloric cavity and a large number of pyloric appendices	Disposition of the intestine in a labyrinth	
	P										4.2
	L	3.8	0.49	—	—	—	—	—	—		
	A	Starvation	2.9	0.50	—	—	Reduction of the wall thickness	Reduction of the thickness and the length	Reduction of the pyloric cavity and of the liver	Disposition of the intestine in a labyrinth	

NOTE. — U = Uruguay river ; P = Plata river ; L = Lujan river ; A = Museum's Aquarium.

pectively) and in the anatomical uniformity of the gastrointestinal conduct : lack of a differentiated stomach and histological structure of the same type all along the conduct.

2. In *Plecostomus plecostomus* and *P. commersoni* the adaptations shows in the conformation and structure of the oesophagus and enormous increase the intestine length ; due to the breathing air function of the stomach, the adaptation to the diet takes place principally at the expenses of the intestine.

3. In *Prochilodus lineatus* the adaptation appears in all the organs of the digestive apparatus (multiple specialization) showing a great degree of specialization : there is a triturating pyloric stomach, presence of a pyloric cavity, large number of pyloric appendices and an increase of the intestinal mucose ingrowths.

4. The lack of differentiated stomach or of the adaptation to breathing air, determinates the presence of functional compensations, as the presence of specialized pharyngeal teeth and increase of intestine length in the of *Loricaria anus* and *L. vetula* ; or a specialization of the oesophagus and the first part of the intestine and the increase of the intestine length (*Plecostomus plecostomus* and *P. commersoni*).

5. There is a positive correlation between the degree of the specialization to the diet and the developement of the intestinal mucose ingrowths in the case of *Prochilodus* ; the intestinal mucose increases its surface by a great development of the folds and not by the increase of the intestine length.

6. The average values of the intestine coefficient are the following : *Loricaria vetula* 1.3 ; *L. anus* 1.7 ; *Prochilodus lineatus* normal form 4.1 and starvation form 2.9 ; *Plecostomus commersoni* 13.9 ; *Plecostomus plecostomus* 23.5.

7. The value of this coefficient varies in the studied species of the *Loricariidae* and *Anostomidae* families. The variations verified are in relation with the conditions of the individuals in the ontogenetic cycle and the quality of food and the state of nutrition.

8. Although the intestine coefficient allows to characterize the diet, it does not expres the degree of specialization to determinated conditions, but helps to appreciate the state of nutrition of a determinated species, being necessary to know the value of that coefficient in the same species in normal conditions (normal form, trausion form and starvation form).

9. The average values of the coelomatic coefficient are : *Loricaria vetula* 0.20 ; *L. anus* 0.21 ; *Plecostomus commersoni* 0.34 ; *P. plecostomus* 0.38 ; *Prochilodus lineatus* in its normal form 0.51 and in its starvation form 0.50.

10. In all the studied species the coelomatic coefficient is varying according to the state of the individual in the ontogenetic cycle ; specially in the studied species of *Loricariidae* there is a correspondance between the increase of coelomatic and intestinal coefficient.

11. In the starvation form of *Prochilodus* a reduction of 30 % in the body height and a diminution of 30 % to 45 % of the intestine length, as well as a lost of weight of more than 70 %, takes place.

Dr. HUGO L. LOPEZ

BIBLIOGRAFIA

I. General

- ADAMETZ, L.
1. 1926. Lehrbuch der allgemeinen Tierzucht. Wien : 1-458.
- ALLEN, G. M.
2. 1936. A new Word. Science, New York, 84 : 374.
- ALSTERBERG, G.
3. 1925. Die Nahrungszirkulation einiger Binnenseetypen. Archiv für Hydrobiologie, Stuttgart, 15 : 291-338.
- ARNOLD, J. P. y AHL, E.
4. 1936. Fremdländische Süßwasserfische. Braunschweig, 11-592.
- BABAK, E.
5. 1903. Ueber den Einfluss der Nahrung auf die Länge des Darmkanals. Biol. Centralblatt, Leipzig, 23 : 477-483, 519-528.
- BADÉ, E.
6. 1928. Die Süßwasserfische. Sonderdruck aus « Das Süßwasser-Aquarium », Berlin : 1-460.
- CLEMENTS, FR. E. y SHELFORD, V. E.
7. 1946. Bio-Ecology. New York : 1-425.
- CUÉNOT, L.
8. 1911. La gènesis des espèces animales. Bibl. scient. internat., Paris : 1-496.
- ENRIQUES, P.
9. 1926. Zoologia e Anatomia comparata. Padova : 1-355.
- FOX, D. L. y AMSTEIN, E. G.
10. 1936. Concerning a name for bottom mud food. Science, New York, 84 : 437-438.
- FRENGUELLI, J.
11. 1941. Diatomeas del Río de la Plata. Rev. Mus. de La Plata (Sec. Botánica), 3 : 213-334.
- GUARRERA, S. A.
12. 1946. Contribución al conocimiento de las « Chlorophyceae » del Río de la Plata. Rev. Adm. Nac. del Agua, Buenos Aires (110) : 19-30.
- HAEMPEL, O.
13. 1912. Leitfaden der Biologie der Fische. Stuttgart : 1-180.

- HEGNER, R. W.
14. 1948. College Zoology. New York : 1-817.
- HESSE, R. y DOFLKIN, FR.
15. 1910. Tierbau und Tierleben. Leipzig u. Berlin, 1 : 1-789.
- IHERING, R.
16. 1940. Dicionário dos animais do Brasil. São Paulo : 1-898.
- JANES, R. G.
17. 1939. Studies on the Amphibian System. IV. The Effect of Diet on the small Intestine of « *Rana sylvatica* ». Copeia, Michigan (3) : 134-140.
- JOUBIN, L.
18. 1932. L'alimentation des animaux abyssaux. Bnll. Soc. d'Océanographie de France, Paris (64) : 1137-1149.
- LASCANO GONZÁLEZ, J. M. y J. C.
19. 1926. Atlas manual de Histología. Buenos Aires : 1-94, 76 láms.
- LÉGER, L.
20. 1932. Les premiers aspects de la vie dans les eaux de montagne (les couvertures biologiques). Extrait Proc. Verb. Soc. Dauphinoise d'études biologiques, Grenoble (205) : 1-8.
- LUNDQVIST, G.
21. 1927. Bodenablagerungen und Entwicklungstypen der Seen. Die Binnengewässer, Stuttgart, 2 : 1-124.
- MORRIS, R. T.
22. 1936. Wanted : a new Word. Science, New York, 84 : 291.
- NAUMANN, E.
23. 1931. Limnologische Terminologie. Berlin u. Wien : 1-736.
- NORMAN, J. B.
24. 1947. A History of Fishes. London : 1-463.
- PELSENEER, P.
25. 1935. Essai d'éthologie zoologique d'après l'étude des Mollusques. Acad. Royale de Belgique, Publ. Fond. A. D. Potter, Bruxelles (1) : 1-662.
- POPOVICI, Z.
26. 1949. Problemas de hidrobiología y su vinculación con la explotación pesquera. Inst. Nac. Invest. C. Nat. anexo Mus. Arg. C. Nat. « B. Rivadavia », Buenos Aires, Publ. misc. (2) : 1-51.
- SCHÄPERCLAUS, W.
27. 1933. Lehrbuch der Teichwirtschaft. Berlin : 1-289.

SCHIEHMENZ, P.

28. 1924. Die Nahrung unserer Süßwasserfische. Die Naturwissenschaften, Berlin (26) : 522-528.

SUPINO, F.

29. 1916. I pesci d'acqua dolce d'Italia. Milano : 1-87.

WILLER, A.

30. 1924. Die Nahrungstiere der Fische. Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas, Stuttgart, 1 : 145-228.

WUNDER, W.

31. 1936. Physiologie der Süßwasserfische (Cap. VI. Physiologie der Ernährung : 219), Stuttgart, 2-B.

WUNDSCH, H.

32. 1931. Nahrung, Verdauung und Stoffwechsel der Fische. Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsels der landwirtschaftlichen Nutztiere (E. Mangold), Berlin, 3 : 564-659.

YUNG, E.

33. 1905. De l'influence de l'alimentation sur la longueur de l'intestin. Expériences sur les larves de « Rana esculenta ». Compte-rendu des séances du sixième congrès international de Zoologie (Berne 1904), Genève : 297-314.

II. La nutrición y su relación con el aparato digestivo en los peces

ANTONIU-MURGOCI, A. y VASILIU, G. D.

34. 1943. Vergleichende anatomisch-physiologische Untersuchungen bei einem Fall von Kopfmisbildung bei « Carassius auratus gibelio » Bloch. An. Inst. recherches piscicoles de Roumanie, Bucarest, 2 : 141-151.

ATHANASSOPOULOS, G.

35. 1923. L'intestin comme caractère spécifique chez les poissons. Bull. Inst. Océanogr. Monaco (448) : 1-4.

BEAUVALET, H.

36. 1933. Étude de la digestion chez les poissons sans estomac. C. R. Soc. Biol., Paris, 112 (7) : 640-641.

BELOGUROV, A.

37. 1939. On the question of variation in structure of the alimentary canal in Sturgeons in connexion with nutrition. C. R. Acad. Sci., Moscou, 22 (1) : 53-56.

BERTOLINI, F.

38. 1926. Conformazione dello stomaco dei pesci Teleostei in rapporto con la nutrizione. Rend. R. Accad. Naz. Lincei, Roma, 7 (3) : 692-695.

39. 1933. Dentatura dei Selaci in rapporto con la nutrizione. Rend. R. Accad. Naz. Lincei, Roma, 18 (5-6) : 234-237.
40. 1934. Ricerche sui Selaci mangiatori di plancton. Bol. Soc. Ital. Biol. Spec., Roma, 9 : 1269-1271.

BREder, C. M. y CRAWford, D. R.

41. 1922. The food of certain Minnows. A study of seasonal dietary cycle of six Cyprinoids with special reference to fish culture. Zoologica, New York, 2 : 287-327.

BRIDGE, T. W.

42. 1904. Fishes. The Cambridge Natural History, London, 3 : 139-537.

BRUNNER, CHR. y ENDRESS, H.

43. 1929. Der Einfluss der Umgebungstemperatur auf den Ernährungszustand der Fische bei der Winterruhe. Zeitschrift für Biologie, 89.

CARRIÉ, M.

44. 1937. Note sur l'appareil digestif et la digestion de la tanche (« Tinca tinca » L.). Bull. Soc. Zool. France, Paris, 62 ; 277-280.

CHURCHIL, E. P. y MITCHELL, T.

45. 1937. Intestine length and food in certain Minnows. Proc. Soc. Dakota, Acad. Sci., 17 : 74-76.

D'ANCONA, U.

46. 1921. Effetti dell'inanizione sul tubo digerente dell'anguilla. Riv. Comitato thalass. Ital., Mem., 81 : 5-42.

DAWES, B.

47. 1931. Growth and maintenance in the Plaice (« Pleuronectes platessa » L.). Part. I. Journ. Mar. Biol. Assoc., Plymouth, 17 N. S. : 103-174.

DESBROSSES, P.

48. 1931. Traumatismes de la bouche chez la dorade commune. Les problèmes qu'ils posent, concernant la biologie de cette espèce. Rev. Trav. Off. Techn. Sci. Pêches maritimes, Paris, 4, Fasc. 2 (14) : 183-196.

EGGELING, H.

49. 1907. Dünndarmrelief und Ernährung bei Knochenfischen. Jenaische Zeitschr. Naturwiss., Jena, 43 : 417-529.

FORBES, S. A. y RICHARDSON, R. E.

50. 1908. The fishes of Illinois. Nat. Hist. Survey Div. (2nd ed.), Illinois : 1-358.

FREUND, L.

51. 1929. Die topographische Anatomie der Leibeshöhle nebst ihrer Beziehung zur Kiemendarmhöhle. X^e Congrès international de Zoologie (Budapest, 1^{er} partie), Budapest : 549-556.]

GHAZZAWI, F. M.

52. 1933. The pharynx and intestinal tract of the egyptian mullets, «*Mugil cephalus*» and «*Mugil capito*». Pt. I. On the food of mullet from egyptian waters. Notes and Mem. Fish. Res., Cairo (5) : 1-18.

HAYKES, O. V. y MORAVEK, F.

53. 1933. Influence du régime alimentaire sur la longueur du tube digestive des poissons. C. R. Soc. Biol., Paris, 113 (27) : 1239-1241.

KRAATZ, W. C.

54. 1923. A study of the food of the minnow, «*Campostoma anomalum*». Ohio Journ. Sci., Columbus, 23 : 265-283.

SCHNACKENBECK, W.

55. 1934. Veränderungen im Verdauungstraktus bei Blankaalen. Zool. Anzeiger, Leipzig, 108 : 85-91.

SCOFIELD, E. C.

56. 1934. Early life history of the California Sardine («*Sardina caerulea*»), with special reference to distribution of eggs and larvae. Div. Fish and Game of California, Fish. Bull., Sacramento (41) : 1-48.

STEUER, A.

57. 1905. Ueber das Kiemenfilter und die Nahrung adriatischer Fische. Verhandl. der zoolog. botan. Gesellschaft, Wien, 60 : 275-299.

SUPINO, F.

58. 1914. Sopra la alimentazione e la struttura dello stomaco nei pesci. Rend. Ist. lomb. (Scienze e lettere), Milano, 47 : 319-330.

SVETOVIDOV, A.

59. 1934. On the correlation between the character of food and the number of pyloric caeca in fishes. C. R. Acad. Sci., Leningrad, 3 (1) : 67-72.

TIFFANY, L. H.

60. 1921. Algal food of the young Gizzard Shad. Ohio Journ. Sci., Columbus, 21 (4) : 113-122.

WUNDER, W.

61. 1937. Die «Hungerform» und die «Mastform» des Karpfens («*Cyprinus carpio*» L.). Zeitschr. Morph. Oekol. Tiere, Berlin, 35 : 594-614.

ZANDER, E.

62. 1903. Studien über das Kiemenfilter bei Süßwasserfischen. Zeitschr. wiss. Zoologie, München [?], 75 : 233.

III. Distribución, anatomía, biología y nutrición de peces sudamericanos

AZEVEDO, P.

63. 1938. O cascudo dos açudes nordestinos «*Plecostomus plecostomus*». Arquivos do Instituto biologico, São Paulo, 9 : 211-224.

AZEVEDO, P. y BORGES VIEIRA, B.

64. 1938. Contribuição para o catálogo biologico dos peixes fluviais do nordeste do Brasil. Bol. do 1º trim. 1938, Insp. Federal de Obras contra as secas, Rio de Janeiro.

AZEVEDO, P., VIANNA DIAS, M. y BORGES VIEIRA, B.

65. 1938. Biologia do saguirí (*Characidae*, *Curimatinae*). Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 33, Fasc. 4 : 481-553.

CABRERA, S. E.

66. 1939. Paralelo biológico entre el Pejerrey de la laguna de Lobos y el del Río de la Plata (zona frente a Cambaceres). Bol. de Agricultura, Ganadería e Industrias, La Plata (3-6) : 5-14.

CARTER, G. S.

67. 1936. Respiratory adaptations of the fishes of the forest water with descriptions of the accessory respiratory organs of «*Electrophorus electricus*» (Linn.) («*Gymnotus electricus*» auct.) and «*Plecostomus plecostomus*» (Linn.). Journ. Linnean Soc., London, 39 : 219-233.

DEVINCENZI, G. J. y TEAGUE, G. W.

68. 1942. Ictiofauna del Río Uruguay medio. Anal. Mus. Hist. Nat. de Montevideo, 2ª S., 5 (4) : 1-100.

EIGENMANN, C. H.

69. 1917. The American Characidae. Part. I. Mem. Mus. Comp. Zool., Harvard College, Cambridge, Mass. U. S. A., 43 : 1-102.

EIGENMANN, C. H. y ALLEN, W. R.

70. 1942. Fishes of western South America. Publ. Univ. of Kentucky : 1-494.

GILTAY, L.

71. 1936. Remarques sur quelques caractères adaptatifs chez les Loricariidae (Poissons Teleosteens), Mem. Mus. Royal de Hist. Nat. de Belgique, Bruxelles, 2º Ser., Fasc. 3 : 497-513.

HORA, S. L.

72. 1932. Biological notes on a fish from Brazil in the Society's Aquarium. Proc. Zool. Soc. London, 1-2 : 205-207.

IHERING, R. y AZEVEDO, P.

73. 1934. A curimatã dos açudes nordestinos («*Prochilodus argenteus*»). Arquivos do Instituto biologico, São Paulo, 5 : 143-183,

IHERING, R.

74. 1936. Fischereiliche Erfahrungen in Nordost-Brasilien. Zeitschr. für Fischerei, Berlin, 34 : 549-559.

JOBERT, M.

75. 1878. Recherches anatomiques et physiologiques pour servir a l'histoire de la respiration chez les poissons. Ann. Scien. Nat. Paris (Zool.), 7 (6^{sup}. Ser.) : 1-7.

MAC DONAGH, E. J.

76. 1928. Estudio preliminar de la ecología del Pejerrey en las lagunas del Monte y Cochicó (Guaminí). An. Oficina Química, La Plata, 1 (2) : 1-40.

MILES, C.

77. 1948. Los peces del Río Magdalena. Publ. Minist. Economía Nac. Rep. de Colombia, Bogotá : 1-215.

PELLEGRIN, J.

78. 1904. Poissons (Les pharyngiens inférieurs chez les Orestias). Publ. en « Les lacs des hauts plateaux de l'Amérique du sud, M. Neveu-Lemaire, Paris : 112-137.

POZZI, A. J.

79. 1945. Sistemática y distribución de los peces de agua dulce de la República Argentina. De Gaea, An. Soc. Arg. Est. Geográficos, Buenos Aires, 7 (Entrega 2^a) : 239-292.

PUYO, J.

80. 1936. Contribution a l'étude ichthyologique de la Guyane française. Pêches et pêcheries. Bull. Soc. Hist. Nat. de Toulouse, 70 : 5-258.

RAUTHER, M.

81. 1911. Beiträge zur Kenntnis der Panzerwelse. Zool. Jahrbücher, Jena, 31 : 497-528.

RINGUELET, R.

82. 1942. El pejerrey (« *Odonthestes bonariensis* ») del embalse Anzulón (La Rioja). Notas Mus. La Plata (Zool.), 7 (58) : 177-200.
83. 1942. Campaña de siembras de pejerrey y estudios limnológicos realizados en la provincia de Jujuy. Publ. misc. Minist. de Agricultura de la Nación, Buenos Aires (131).

ROWNTREE, W. S.

84. 1903. On some points in the visceral anatomy of the Characiniidae, with an enquiry into the relations of the ductus pneumaticus in the Physostomi generally. Trans. Linnean Soc. London (Sec. Zool., P. 2), 9 : 47-81.

SAGEMEHL, M.

35. 1884. Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Fische : III. Das Cranium der Characiniden. Morphologisches Jahrbuch, 10.

SZIDAT, L., ANGELESCU, V. y SICCARDI, E.

36. 1949. « *Dinurus breviductus* » Looss, 1907 (Trematoda, Fam. Hemiuridae), agente causal de la « Enfermedad de las manchas negras » de « *Clupea melanostoma* » Eigenmann, 1907, del Río de la Plata. Manuscrito inédito del Inst. Nac. Invest. C. Nat. anexo Mus. Arg. C. Nat. « B. Rivadavia »

WEYENBERGH, H.

37. 1875. « *Hypostomus plecostomus* » Val. Mémoire anatomique pour servir à l'histoire naturelle des Loricaries. Periódico Zoológico, Órgano de la Sociedad Zoológica Argentina, Córdoba, 2 : 63-166.

ZÚÑIGA, E.

38. 1941. Régimen alimenticio y longitud del tubo digestivo en los peces del género « *Orestias* ». Bol. Mus. Hist. Nat. « J. Prado », Lima (16) : 79-86.

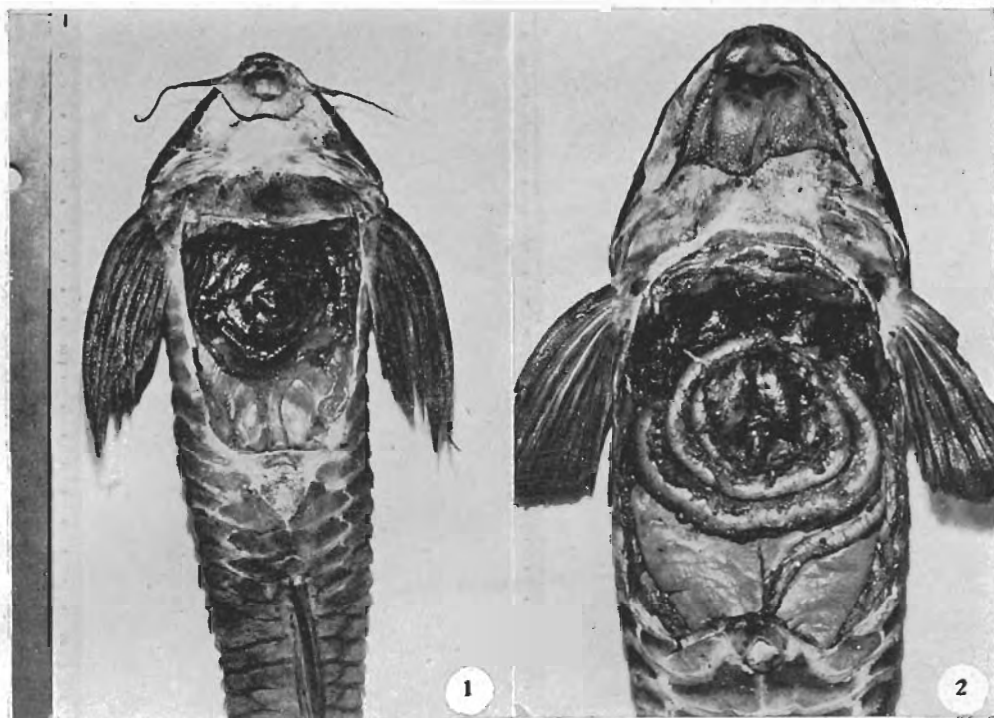
Departamento de Zoología. Sección Ictiología.

Museo Argentino de Ciencias Naturales.

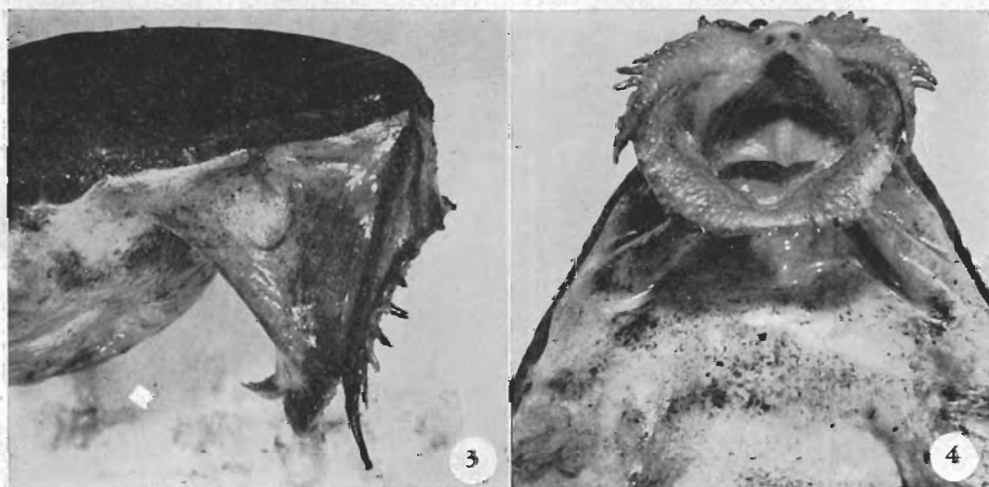
Buenos Aires, Septiembre 30 de 1949.

REVISTA DEL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE LAS CIENCIAS NATURALES
ANEXO AL MUSEO ARGENTINO DE CIENCIAS NATURALES « BERNARDINO RIVADAVIA »

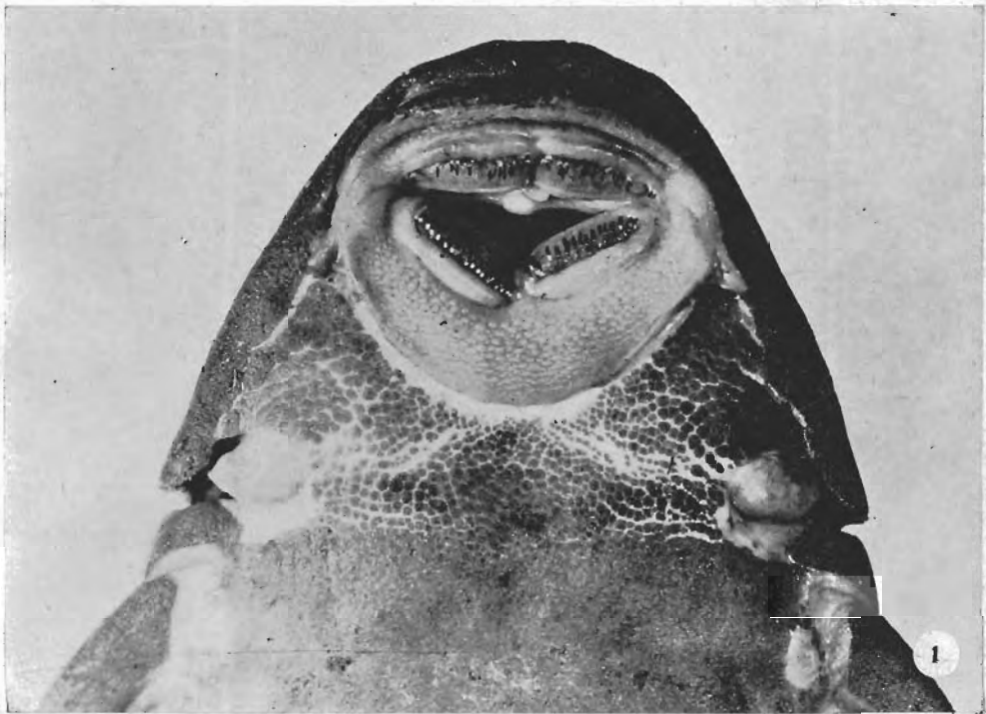
Ciencias Zoológicas, Tomo I, n° 6, diciembre de 1949



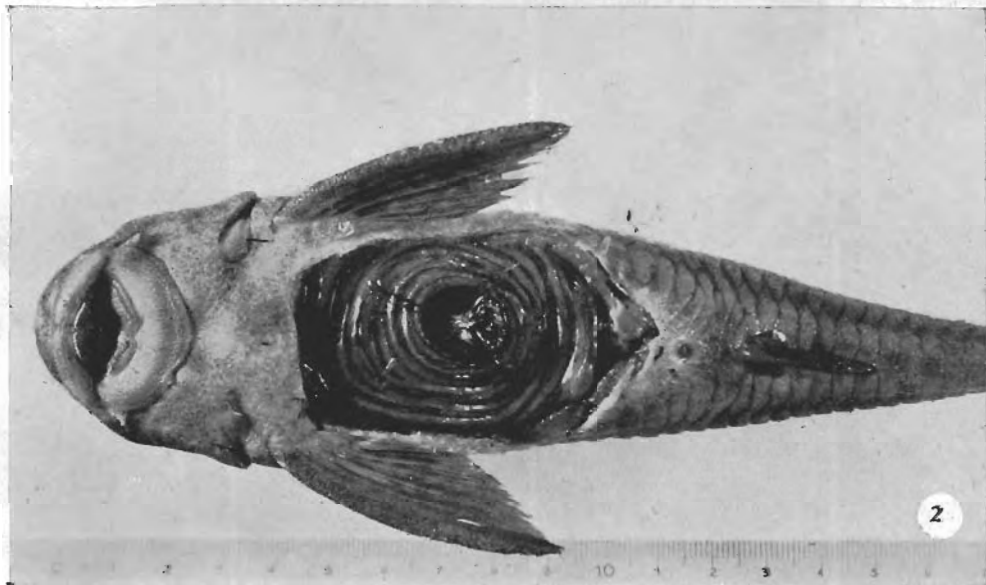
1 y 2, Organización y disposición del conducto gastrointestinal en *Loricaria retula* y *L. anus*, respectivamente. Vista ventral



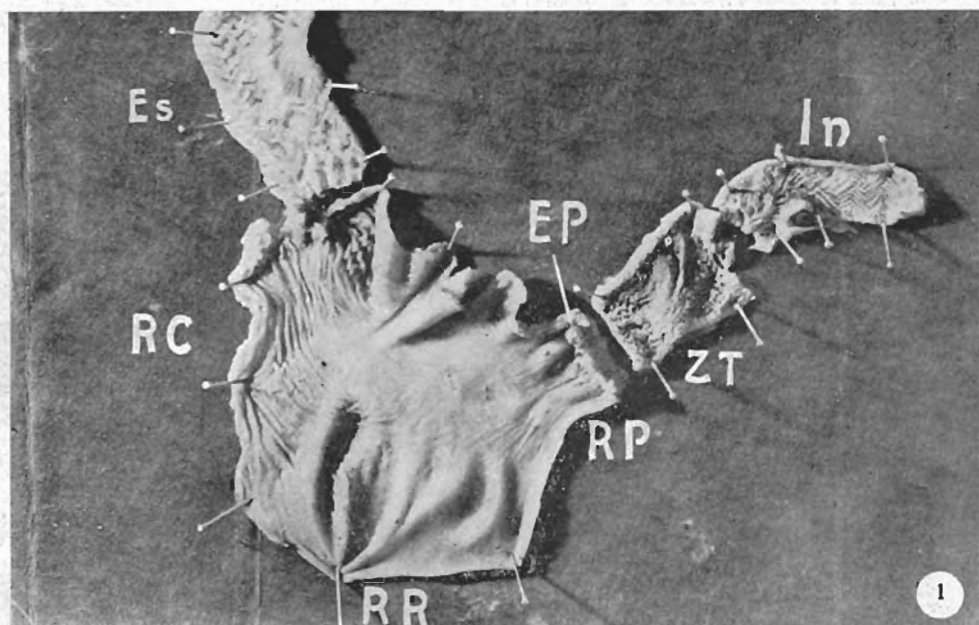
3 y 4, Boca de *Loricaria anus*, vista lateral y ventral, con los labios en producción.
En la última figura se observa la válvula bucal o respiratoria



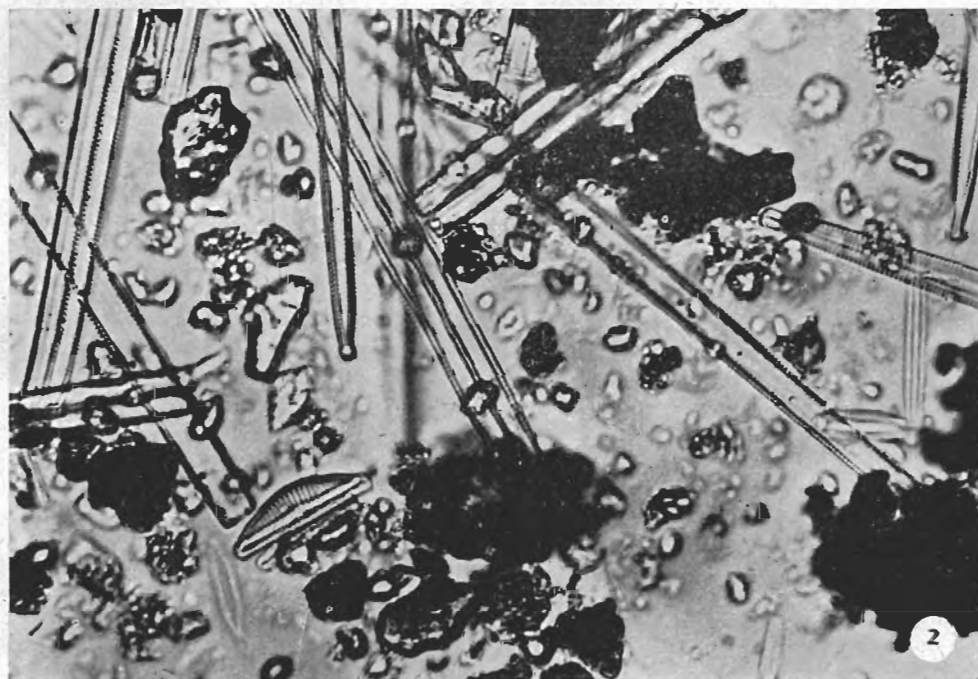
Vista ventral de la boca de *Plecostomus*, donde se observan los rastillos dentarios y las papilas adhesivas del labio inferior



Organización y disposición del conducto gastrointestinal de *Plecostomus*

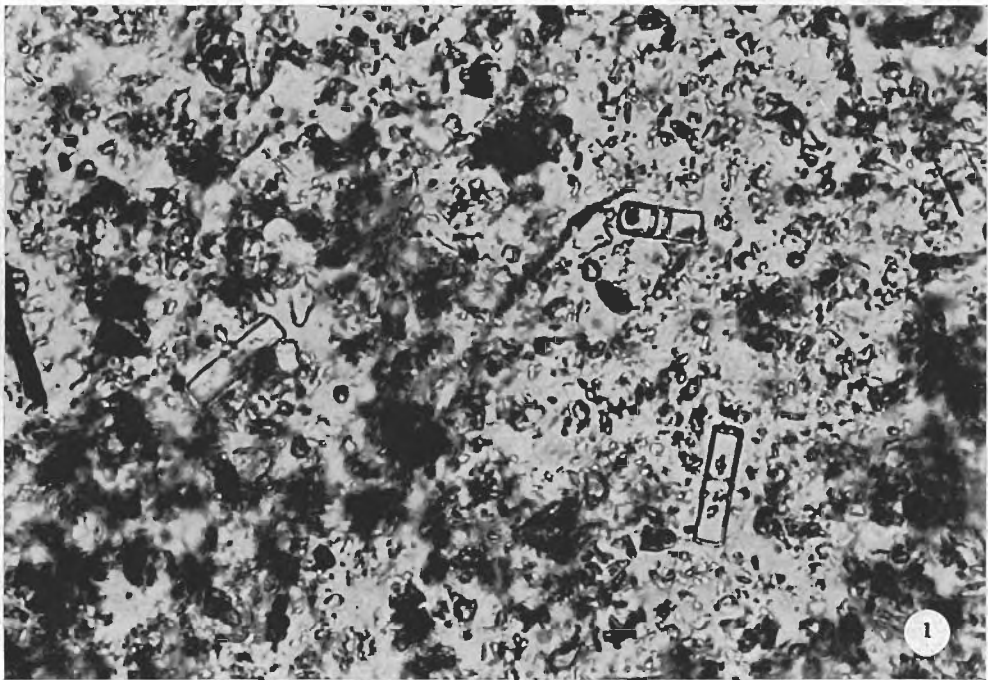


El relieve de la mucosa del esófago, estómago, zona de transición gastrointestinal e intestino en *Plecostomus commersoni*. (Ejemplar de O. S. N. del 23-IV-1949). *Es* esófago; *RC* región cárdica; *RR* región respiratoria; *RP* región pilórica; *EP* esfínter pilórico; *ZT* zona de transición gastrointestinal; *In* intestino.

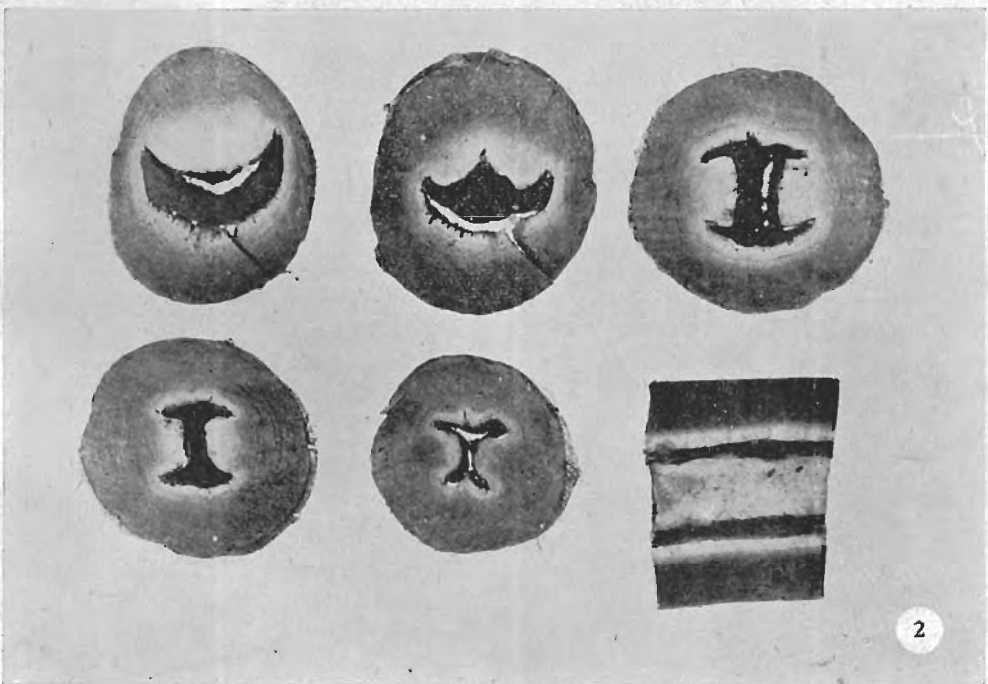


Microfotografía del contenido intestinal de *Plecostomus plecostomus* (Arroyo Itacná). Pueden observarse cristales de cuarzo, partículas amorfas de arcilla coloidal y diatomeas (*Synedra Cymbella* y *Navicula*)

(Fot. originales)



Microfotografía del contenido intestinal de *Prochilodus lineatus* (Río de la Plata). Se observan cristales de cuarzo, partículas amorfas de arcilla coloidal, detritus vegetal y frústulas vacías de *Melosira*



Cortes transversales y longitudinal de diversas porciones del estómago pilórico de *Prochilodus lineatus*. En el lumen de los cortes se observa fango aglutinado.

(Fot. originales)

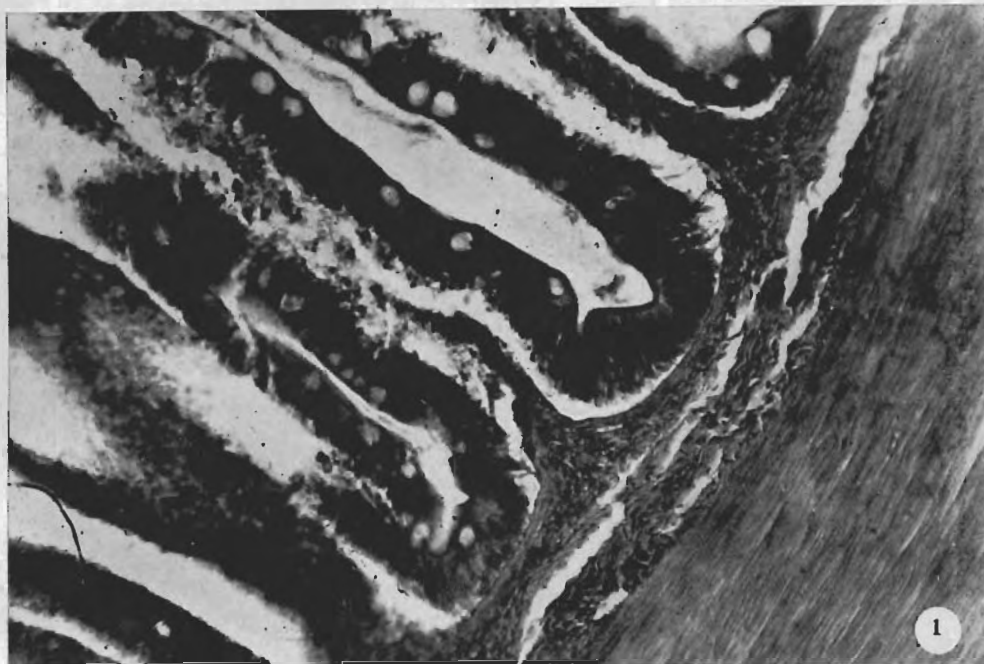


Prochilodus lineatus, forma de inanición



Prochilodus lineatus, forma normal

(Fot. originales.)

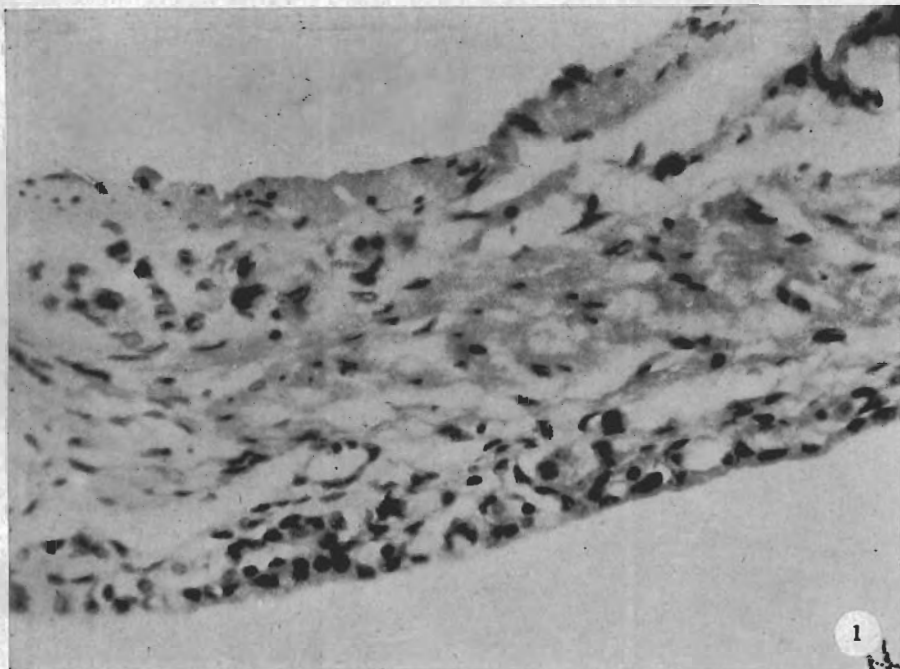


Loricaria anus, microfotografía de un corte histológico de la pared de la región gástrica.
En el epitelio se observan nítidamente células caliciformes



Plecostomus commersoni, corte de la pared del esófago, donde se observa la mucosa
con un epitelio poliestatificado provisto de células caliciformes

(Microfot. originales)



Plecostomus commersoni, corte de la pared del estómago en la región respiratoria. Se observa la mucosa provista de gran cantidad de capilares y la capa muscular sumamente reducida



Plecostomus commersoni, corte de la pared del estómago en la región pilórica
Se observa especialmente la estructura glandular

(Microfot. originales)

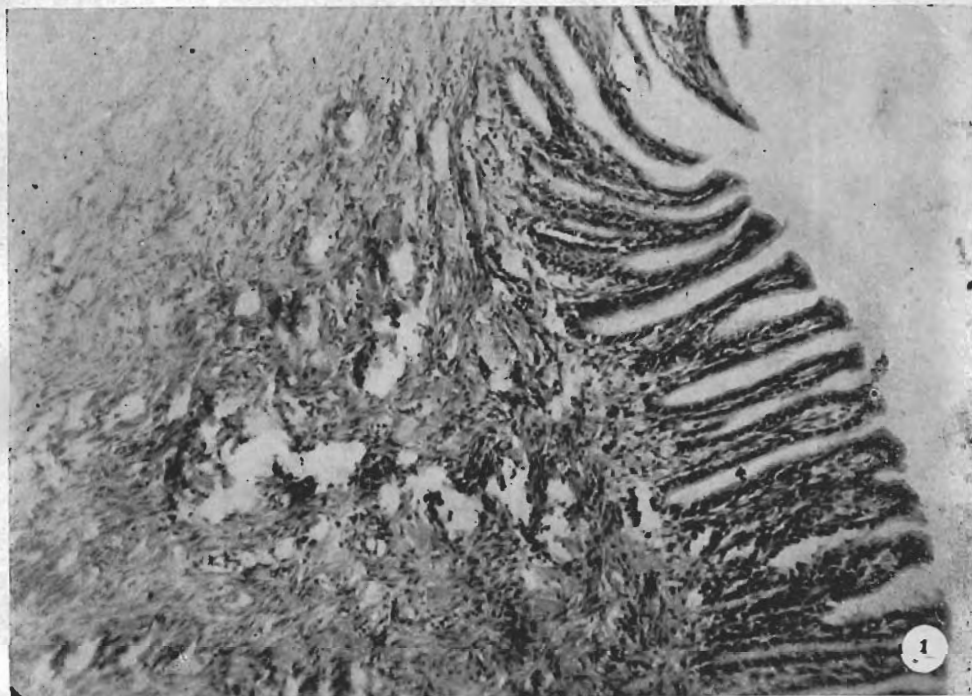


Plecostomus commersoni, corte de la pared del intestino. Puede observarse el poco desarrollo de la capa muscular y los pliegues en zig-zag con un epitelio simple donde abundan las células caliciformes. El lumen está lleno de contenido fangoso.

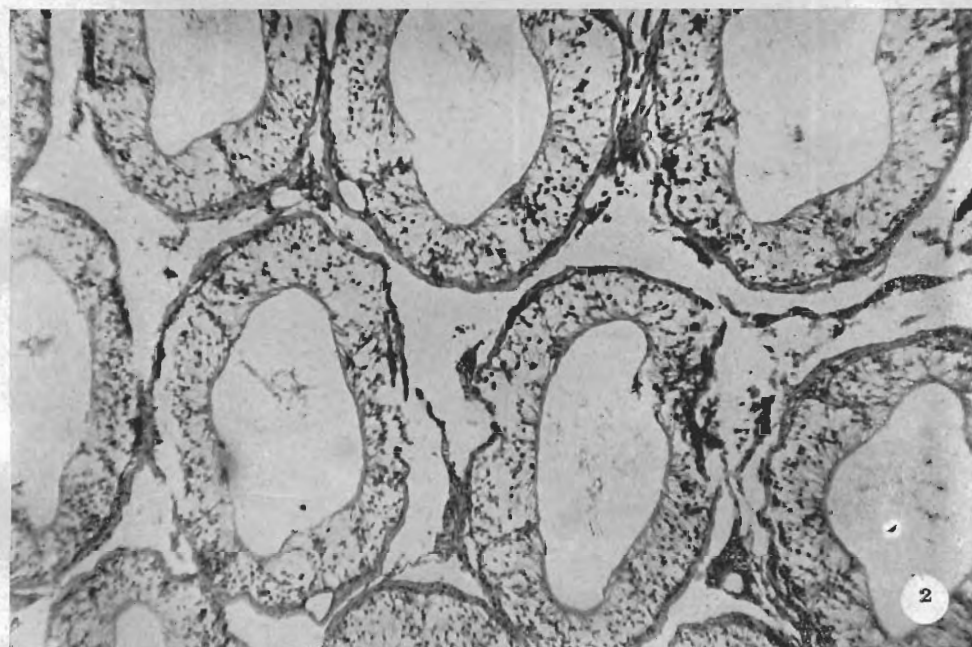


Prochilodus lineatus, corte de la mucosa de los divertículos faringeos.
El epitelio presenta gran cantidad de células caliciformes

(Microfot. originales)



Prochilodus lineatus. Corte de la pared del estómago pilórico. El epitelio presenta gran número de prolongaciones; la capa muscular, que se observa en parte, es de gran desarrollo



Prochilodus lineatus. Corte de los apéndices pilóricos; se observa una mucosa de epitelio simple con chapa estriada (Microfot. originales)



Prochilodus lineatus. Corte transversal de la pared del intestino en la porción de los pliegues valvulares. Puede apreciarse la estructura de los pliegues longitudinales asentados sobre la pared del conducto



Prochilodus lineatus. Otro corte transversal en el cual se observa la estructura y el gran desarrollo de un pliegue valvular

(Microfot. originales)

ProBiota

(Programa para el estudio y uso sustentable de la biota austral)

Museo de La Plata
Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP
Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata, Argentina

Directores

Dr. Hugo L. López
hlopez@fcnym.unlp.edu.ar

Dr. Jorge V. Crisci
crisci@fcnym.unlp.edu.ar

Dr. Juan A. Schnack
js@netverk.com.ar

Versión Electrónica

Justina Ponte Gómez

**División Zoología Vertebrados
FCNyM, UNLP**

jpg_47@yahoo.com.mx

Indizada en la base de datos ASFA C.S.A.