

CAMBIOS MORFOMETRICOS EN EL TUBO DIGESTIVO DE JUVENILES DE *GIRELLA LAEVIFRONS* (KYPHOSIDAE) EN FUNCION DE LA DIETA Y DEL NIVEL DE REPLECION.

Leopoldo S. Fuentes y Juan M. Cancino*

ABSTRACT. Morphometric changes in the gut of juvenile *Girella laevis* (Kypnosidae), as a function of diet and repletion level.

In the present study we investigated whether changes in gut dimensions occur in juvenile individuals of the omnivorous fish *Girella laevis* (Schudt 1844), in response to diet quality and gut repletion. Gut length and weight of the following 3 group of fish were compared: (I) non-starved fishes in which gut was measured soon after capture; (II) 48 h-starved fishes and (III) high quality-diet fishes which were fed with mussels for 20 days and starved 48 h prior to gut measurement. At the time of capture fishes of group (I) had their guts full with algae and invertebrates. Since algae represented more than 50% of their gut contents, and being algal tissue difficult to digest, we regarded fishes of groups (I) and (II) as having a lower quality diet compared to that of group (III). Groups (I) and (II) differed only with regards to amount of food carried in the gut at the time the fishes were killed.

Gut length was significantly affected by the quantity of food carried but not by food quality. Gut weight was only significantly affected by food quality. As expected from both theory and empirical data known for other vertebrates, the fishes of group (III) showed less heavier guts than those of the other 2 groups. Our results suggest that gut length is not a reliable dimension to measure when studying the effect of diet quality since it is affected by the amount of food carried in the gut at the time the animal is killed. Amount of food carried is itself affected by diet quality.

Key words: Diet quality, fish, gut dimensions.

* Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile. Casilla 114-D, Santiago, Chile.

INTRODUCCION

Diversos factores extrínsecos e intrínsecos pueden limitar la obtención de energía y nutrientes por parte de un animal. La morfología y fisiología del tubo digestivo es uno de los factores intrínsecos importantes (Sibly 1981, Gross et al. 1985, Bozinovic et al. 1988). El modelo teórico propuesto por Sibly (1981) permite predecir que los animales que consumen alimentos de fácil digestión o de buena calidad nutritiva deberían poseer tractos digestivos de menor tamaño que aquellos que consumen alimentos de baja calidad o difíciles de digerir. Existen 4 tipos de evidencias que respaldan esta predicción teórica (a) En general los animales carnívoros tienen un tracto digestivo comparativamente más corto que el de los herbívoros (Emery 1973, Montgomery 1977, Matalianas 1988); (b) hay un aumento en la longitud relativa del tracto digestivo durante la ontogenia en animales que cambian de dieta carnívora o omnívora o de dieta omnívora a herbívora, como lo han registrado Montgomery (1977) para *Cebidichthys violaceus* Ayres 1855 y Benavides (1990) para *Aplodactylus punctatus* Valenciennes 1831; (c) existen cambios estacionales en la longitud del tubo digestivo asociados a cambios en la calidad de la dieta resultante de la estacionalidad en la oferta de alimento, tal como se ha registrado para varias especies de aves (Pendergast & Boag 1973, Sibly 1981) y (d) animales alimentados experimentalmente con una dieta pobre muestran al cabo de 2 a 4 semanas tractos digestivos significativamente más largos que el de los animales mantenidos

con una dieta rica. Estos experimentos han sido llevados a cabo en aves (Savory & Gentle 1976, Sibly 1981) y más recientemente en roedores (Gross et al. 1985, Green & Millar 1987, Bozinovic et al. 1988). Es importante hacer notar que en éstos la calidad de la dieta, así como la demanda energética impuesta a los animales, afecta la tasa de consumo de alimento (Savory & Gentle 1976, Gross et al. 1985, Green & Millar 1987, Bozinovic et al. 1988), de modo que aquellos animales alimentados con dietas de difícil digestibilidad, o sometidos a altas demandas energéticas, presentan tubos digestivos con un mayor volumen de alimento al momento de su sacrificio. Dado que los tubos digestivos son estructuras elásticas, su morfometría en especial su longitud, debería ser afectada por el volumen de alimento que contiene como ha sido sugerido para peces por varios autores (Barrington 1957, Matalianas 1988).

El objetivo del presente trabajo es determinar si la morfometría del tubo digestivo de juveniles del pez omnívoro *Girella laevis* (Schudt 1844) se altera en respuesta a la calidad del alimento y/o en función del nivel de repleción (llenado) del tracto al momento de sacrificar el pez.

MATERIALES Y METODOS

Un total de 42 juveniles de baucos, cuya talla fluctuó entre 5 y 11 cm de longitud total, fueron capturados en diciembre de 1988 en pozas intermareales cercanas a la Estación Costera de Investigaciones Marinas (E.C.I.M.) localizada en Las Cruces. Estos ejemplares fueron asignados a tres tratamientos, cuidando de que el rango de tamaño de los peces fuera aproximadamente el mismo en cada grupo. Un grupo (I) denominado CONTROL NO AYUNADO, estuvo constituido por 14 peces sacrificados en terreno inmediatamente después de su recolección. Los 28 ejemplares restantes fueron trasladados a Santiago y asignados a los dos grupos restantes. El grupo (II) denominado CONTROL AYUNADO, estuvo constituido por peces que fueron sacrificados en el laboratorio después de 48 horas de ayuno. Los peces del grupo (III), denominado DIETA CARNIVORA, fueron alimentados durante 20 días con *Perumytilus purpuratus* Lamarck 1819, desconchados. Diez gramos de alimento

fueron ofrecidos a estos peces cada 2 días. Durante el tiempo de experimentación estos peces consumieron un total de 93 g de *P. purpuratus* húmedo, con un promedio de 4.65 g día^{-1} . Los grupos (II) y (III) fueron mantenidos en acuarios separados, con agua de mar circulante, a una temperatura de 14°C y con un fotoperíodo de 12 horas de luz día. Los peces fueron analizados inmediatamente posterior a su sacrificio. Se midió la longitud y el peso húmedo tanto de los peces como de sus tractos digestivos y se calcularon las rectas de regresión entre las variables medidas. Los resultados de la manipulación experimental fue evaluada mediante un análisis de covarianza (Sokal & Rohlf 1981) efectuado en las líneas de regresión obtenidas para la relación longitud del pez/longitud del tubo digestivo y peso del pez/peso del tubo digestivo en cada tratamiento. Se utilizaron peces juveniles de esta especie por la facilidad con que se les puede recolectar en pozas intermareales.

RESULTADOS

La longitud del tracto digestivo en los peces estudiados se incrementó linealmente en función de la longitud total del pez (Fig. 1). Un análisis de covarianza de las rectas obtenidas para los peces en cada tratamiento reveló diferencias significativas sólo en interceptos siendo el grupo "CONTROL NO AYUNADO" estadísticamente diferente a los otros dos grupos. El tubo digestivo de los peces no ayunados estaba

lleno de alimento y resultó ser entre 20 y 50% más largo que el de los grupos de peces ayunados (II y III). Esto indica que el nivel de repleción tiene un efecto significativo en la longitud del tubo digestivo. En cambio la calidad del alimento no afectó la longitud del tracto ya que no hubo diferencias significativas entre los grupos (II), (III) (Fig. 1).

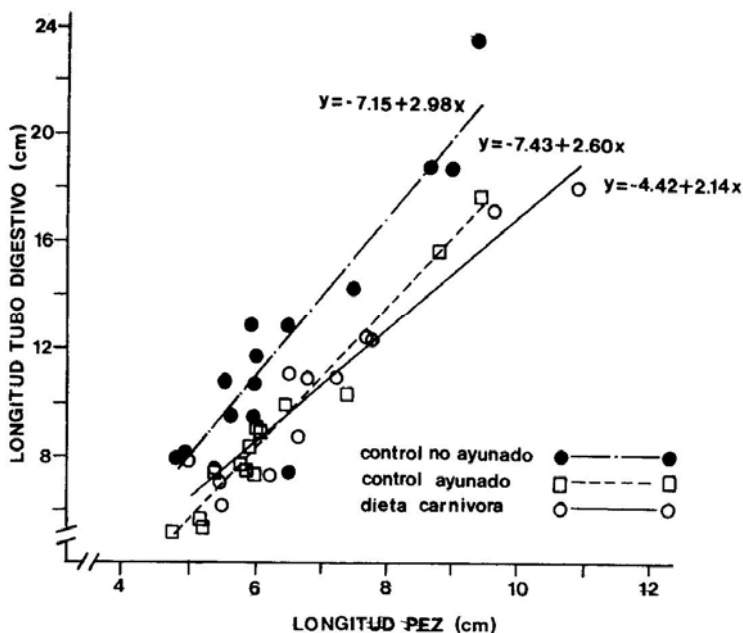


Fig. 1. Rectas de regresión, realizadas con las medidas de longitud de tractos digestivos y peces, para los tres grupos experimentales. El análisis de covarianza revela diferencias en interceptos ($P = 0.0001$) pero no en las pendientes de las rectas de regresión ($P = 0.1289$).

El peso del tubo digestivo también se incrementó linealmente en función del peso total del pez (Fig. 2). Contrariamente a lo obtenido para la longitud del tubo digestivo, el nivel de repleción no produjo diferencias en el peso de este órgano, por lo tanto, los grupos controles (II y III) no difieren significativamente entre sí. Sin embargo, la calidad de la dieta afectó significativamente el peso del tubo digestivo; como lo muestra el hecho de

que los peces alimentados con *P. purpuratus* tengan al final del experimento tubos digestivos significativamente más livianos que el de los grupos controles (I y II). Hubo diferencias significativas tanto en los interceptos ($P = 0.0001$), como en las pendientes ($P = 0.0001$) lo que indica en este caso que las diferencias en el peso se hacen más evidentes al incrementar el tamaño de los peces (Fig. 2).

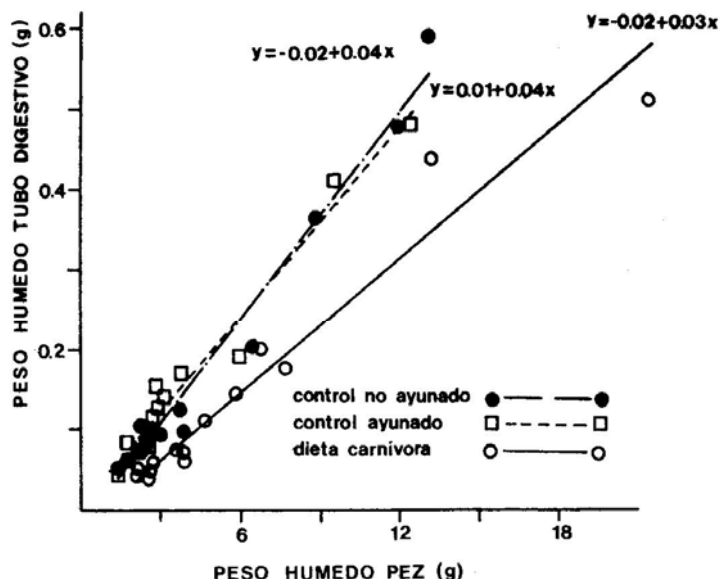


Fig. 2. Rectas de regresión, realizadas con las medidas de peso de tubos digestivos y peces, de los tres grupos experimentales. Hay diferencias en interceptos ($P = 0.001$) y pendientes ($P = 0.0001$) de las rectas de regresión.

DISCUSION

Los resultados del presente trabajo muestran que la morfometría del tubo digestivo de *D. laevis* fue afectada por los 2 factores estudiados. Aunque la "calidad de dieta" no tuvo efecto significativo en la longitud del tubo digestivo ésta sí afectó el peso de este órgano. Lo cual indica que el tracto digestivo de estos peces responde a la calidad de la dieta en forma similar a lo conocido para aves y mamí-

feros (Pendergast & Boag 1973, Sibly 1981, Gross et al. 1985, Green & Millar 1987, Bozinovic et al. 1988). Siguiendo la predicción teórica de Sibly (1981), hubo una reducción en el peso del tubo digestivo en los peces alimentados con una dieta carnívora o de fácil digestibilidad respecto de los grupos controles (Fig. 2), cuya dieta natural omnívora puede ser considerada de difícil digestibilidad al estar

constituida en más de un 50% por algas (Varas(1), comunicación personal). La disminución del peso del tracto digestivo podría deberse ya sea a una reducción en el diámetro de éste, a una disminución en el tamaño y número de los ciegos, como a una disminución en el número y tamaño de las vellosidades intestinales (Kerasov & Diamond 1983), parámetros que no fueron controlados en este estudio. Una disminución del peso del tubo digestivo podría significar un ahorro energético importante en los costos de mantención de esta estructura. Ha sido demostrado que en endotermos el costo de mantener el tracto digestivo y sus glándulas anexas puede representar hasta un 50% del costo metabólico total (Koong et al. 1983). Si los costos de mantención del tracto digestivo también existen en organismos poikilotermos, como los peces, y éstos representan una parte importante del costo metabólico total, es esperable que ocurran cambios en las dimensiones del tubo digestivo como un mecanismo que permite disminuir los costos de mantención en la medida en que el balance entre los requerimientos y los aportes de energía así lo permitan.

El factor "nivel de repleción" por otra parte, tiene un marcado efecto en la longitud del tracto digestivo, como había sido sugerido previamente para peces (Barrington 1957; revisión en Metallenas 1988). El hecho de que al momento de sacrificar el pez el tubo

digestivo esté repleto de alimento tiene al parecer un efecto mecánico de distensión sobre las fibras musculares circulares y longitudinales que daría cuenta de la mayor longitud del tracto en los peces no ayunados. En los estudios realizados hasta ahora sobre este tema se ha ignorado el efecto de repleción en la morfometría del tubo digestivo (Pendergast & Boag 1973, Sibly 1981, Gross et al. 1985, Green & Millar 1987, Bozinovic et al. 1988). Los resultados del presente estudio permiten sugerir que los efectos atribuidos a la "calidad de la dieta" en la longitud del tubo digestivo podrían ser más bien efectos debidos al volumen de alimento en el tracto al momento de sacrificar al animal. Efectivamente los organismos con los tubos digestivos más largos, que son los alimentados con las dietas de menor calidad o sometidos a mayores demandas energéticas, poseen un mayor volumen de alimento en el tracto al momento de ser sacrificados (Savory & Gentle 1976, Gross et al. 1985, Green & Millar 1987).

El presente trabajo ha mostrado que el tracto digestivo de *G. laevis* responde a la calidad del alimento en forma similar a lo conocido para otros vertebrados (aves y mamíferos), sin embargo, cabe destacar que en esta especie la longitud del tracto digestivo no es un buen indicador de los efectos de la calidad de dietas ya que ésta también dependería de la cantidad de alimento en el tracto digestivo.

(1) Licenciado Eduardo Varas, Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile. Casilla 114-D, Santiago, Chile.

AGRADECIMIENTOS. Agradecemos la colaboración que prestaron en este trabajo las siguientes personas: María C. Orellana y Consuelo Montero por su colaboración en la captura de los peces, Eduardo Varas por facilitarnos los datos referentes a la dieta de los baucos juveniles, Dr. James Geaghan por su valiosa colaboración en los análisis estadísticos de los datos y al Dr. Patricio Ojeda por la lectura crítica del manuscrito. Francisco Bozinovic y un árbitro anónimo hicieron importantes aportes en la versión final de este trabajo.

L. Fuentes es ayudante del Programa de Investigaciones DIUC de la Facultad de Ciencias Biológicas, 1989-1990.

LITERATURA CITADA

- Barrington, E.J.W. 1957. The alimentary canal and digestion. En: M.E. Brown (ed), *The Physiology of Fishes*, p. 109-161, Ed. Academic Press, Nueva York.
- Benavides. 1990. Variación ontogenética de la capacidad de asimilar algas de *Aplodactylus punctatus* (Pisces: Aplodactylidae). Tesis para optar al grado de Magister en Zoología. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, 80 p.
- Bozinovic, F., Veloso, C. & M. Rosenmann. 1988. Cambios en el tracto digestivo de *Abrothrix andinus* (Cricetidae): efectos de la calidad de dieta y requerimientos de energía. *Revista Chilena de Historia Natural*, 61: 245-251.
- Emery, A.R. 1973. Comparative ecology and functional osteology of fourteen species of damselfish (Pisces: Pomacentridae) at Alligator reef, Florida keys. *Bulletin of Marine Science*, 23: 649-770.
- Green, D.A. & J.S. Millar. 1987. Changes in gut dimensions and capacity of *Peromyscus maniculatus* relative to diet and energy need. *Canadian Journal of Zoology*, 65: 2159-2162.
- Gross, J.E., Wang, Z. & B.A. Wunder. 1985. Effects of food quality and energy needs: changes in gut morphology and capacity of *Microtus ochrogaster*. *Journal of Mammalogy*, 66 (4): 661-667.
- Karasov, W.H. & J.M. Diamond. 1983. Adaptive regulation of sugar and amino acids transport by vertebrate intestine. *American Journal of Physiology*, 245: G443-G462.

- Koong, L.J., Nienaber, J.A. & H.J. Mersmann. 1983. Effects of plane of nutrition on organ size and fasting heat production in genetically obese and lean pigs. *Journal of Nutrition*, 113: 1626-1631.
- Matalanas, J. 1988. Datos morfológicos y morfométricos del tracto alimentario de peces del canal de Beagle. *Miscelanea Zoológica*, 12: 237-246.
- Montgomery, W.L. 1977. Diet and gut morphology in fishes. With special reference to the Monkeyface Prickleback, *Cebidichthys violaceus* (Stichaeidae: Blennioidei). *Copeia*, 1: 178-182.
- Pendergast, B.A. & D.A. Boag. 1973. Seasonal changes in the internal anatomy of Spruce Grouse in Alberta. *The Auk*, 90: 307-317.
- Savory, C.J. & M.J. Gentle. 1976. Changes in food intake and gut size in japanese quail in response to manipulation of dietary fibre content. *British Poultry Science*, 17: 571-580.
- Sibly, R.M. 1981. Strategies in digestion and defecation. In: Townsend, C.R. & P. Calow (eds.). *Physiological Ecology*, p. 109-139, Sinauer Assoc., Sunderland, Massachusetts, 393 p.
- Sokal, R.R. & F.J. Rohlf. 1981. *Biometry*, second edition. W.H. Freeman y Co., San Francisco, California.