



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

Facultad de Ciencias

Escuela de Biología Marina

PROFESOR PATROCINANTE

Dr. Germán Pequeño R.

Instituto de Zoología

Facultad de Ciencias

UACH

“Variación ontogénica en la longitud del intestino de *Eleginops maclovinus* “róbalo” (Cuvier y Valenciennes, 1830)”.

Tesis de Grado presentada como parte de los requisitos
para optar al **Grado de Licenciado en Biología Marina.**

CARLOS CRISTIÁN GONZÁLEZ LÓPEZ

VALDIVIA – CHILE

2005

COMISION DE TESIS

PROFESOR PATROCINANTE

Dr. Germán Pequeño R.

INSTITUTO DE ZOOLOGÍA “ERNST F. KILIAN”

FACULTAD DE CIENCIAS

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

PROFESOR INFORMANTE

Dr. Roberto Nespolo R.

INSTITUTO DE ECOLOGIA Y EVOLUCION

FACULTAD DE CIENCIAS

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

PROFESOR INFORMANTE

Mg. Sc. Juan Zamorano G.

INSTITUTO DE ECOLOGIA Y EVOLUCION

FACULTAD DE CIENCIAS

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

INDICE GENERAL

	Página
• INDICE GENERAL	3
• INDICE	3
• INDICE DE TABLAS	4
• INDICE DE FIGURAS	5
• INDICE DE GRAFICOS	6

INDICE

• I. RESUMEN	7
• II. SUMMARY	8
• III. AGRADECIMIENTOS	9
• IV. INTRODUCCION	10
i) Objetivo General.	13
ii) Objetivos específicos.	13
• V. MATERIAL Y MÉTODOS	13
i) Obtención de las muestras.	15
ii) Análisis estadísticos.	17
• VI. RESULTADOS	19
i) Análisis del contenido de alimento del tracto digestivo.	21
ii) Cálculo del coeficiente intestinal.	27
iii) ANOVA, aplicado al coeficiente intestinal.	28
iv) Análisis de covarianza (ANCOVA).	32
• VII. DISCUSIÓN	39
i) Conclusiones.	41
• VII. REFERENCIAS	43

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Principales ítems-presas de <i>Eleginops maclovinus</i> , correspondientes a los estómagos de los ejemplares de la cuarta clase de talla (351-400 mm de longitud estándar).	21
Tabla 2. Mediciones correspondientes a la primera clase de talla de <i>Eleginops maclovinus</i> , que comprende entre 200-250 mm de L.E.	24
Tabla 3. Mediciones de los ejemplares de <i>Eleginops maclovinus</i> de la segunda clase de talla (251-300 mm de L.E).	24
Tabla 4. Mediciones correspondientes a la tercera clase de talla del “róbalo”, que comprende de 301-350mm de L.E.	25
Tabla 5. Mediciones de los ejemplares de “róbalo” de la cuarta clase de talla (351-400 mm de L.E).	25
Tabla 6. Medidas de los ejemplares de <i>Eleginops maclovinus</i> de la quinta clase de talla (401-450 mm de L.E).	26
Tabla 7. Matriz de correlaciones entre dimensiones morfométricas (variables).	27
Tabla 8. Índice intestinal promedio + Error estándar de cada clase de talla.	28
Tabla 9. Valores de coeficiente intestinal de cada ejemplar de <i>Eleginops maclovinus</i> muestreado, transformados con logaritmo natural (Ln).	29
Tabla 10. Valor obtenido de p valor, para comprobar la homocedasticidad de los datos de coeficiente intestinal, mediante el uso de la Prueba de Levene´s.	30
Tabla 11. Resultados obtenidos del análisis de varianza (ANOVA) de una vía, para el coeficiente intestinal.	31

Tabla 12. Resultados del Test de Tukey HSD, se observa entre que medias existen las diferencias entregadas por el ANOVA del coeficiente intestinal de las diferentes clases de talla.	31
Tabla 13. Datos de las diferentes clases de talla, transformados con logaritmo natural (Ln).	32
Tabla 14. Valores residuales de longitud del intestino del “róbalo”.	33
Tabla 15. Valores obtenidos de p valor, para comprobar la homocedasticidad de los datos de la variable dependiente (long. del intestino) y de la covariable (peso total), mediante el uso de la Prueba de Levene’s.	36
Tabla 16. Resultados del supuesto de paralelismo de las pendientes, por medio del análisis del modelo de homogeneidad de pendientes.	36
Tabla 17. Resultados del estudio de variación ontogénica en la longitud del intestino del “róbalo”, mediante el uso del análisis de covarianza (ANCOVA).	37

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ejemplar adulto de <i>Eleginops maclovinus</i> .	14
Figura 2. Localización de las áreas de estudio. (1) Sector cercano a Las Mulatas Los Pelúes y el Sector de la Ensenada de San Juan (2), Provincia de Valdivia, X Región (Modificada de la Carta # 6241, Bahía y Puerto de Corral, del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile).	14
Figura 3. Diagrama del tracto alimentario de un ejemplar de <i>Eleginops maclovinus</i> de L.E 315 mm y una longitud de intestino de 520 mm, indicándose las principales estructuras: E, esófago; Ec, estómago (parte cardiaca); Ep, estómago (parte pilórica); Cp, ciegos pilóricos; M.d., musculatura dura; M.bl., musculatura blanda; Im, intestino	20

medio; Ip, intestino, parte posterior.

Figura 4. Camarón guerrero, *Pterygosquilla armata*, un estomatópodo. Vista dorsal de un ejemplar de 120 mm. 22

Figura 5. Vista dorsal de *Neotrypaea uncinata*, cangrejo fantasma. 22

Figura 6. Brachyuro *Pinnixa valdiviensis*, vista dorsal, X 2.5 (Modificado de Garth, 1957). 22

INDICE DE GRAFICOS

	Página
Gráfico 1. Histograma del número de observaciones versus el logaritmo natural del coeficiente intestinal.	30
Gráfico 2. Gráfico ATF de autocorrelación.	34
Gráfico 3. Histograma del número de observaciones versus el logaritmo natural de la longitud del intestino.	35
Gráfico 4. Histograma del número de observaciones versus el logaritmo natural de la covariante, peso total.	35
Gráfico 5. Variación de la longitud del intestino controlada por la covariable (peso total), en las diferentes clases de talla.	38

RESUMEN

Se estudiaron 50 ejemplares de *Eleginops maclovinus*, provenientes de dos localidades de la Provincia de Valdivia, X Región, sector cercano a Las Mulatas-Los Pelúes y desde el sector de la Ensenada de San Juan. Los peces fueron clasificados en 5 clases de talla, planteándose como objetivo general, llegar a establecer si existen diferencias de longitud en la ontogenia del intestino, entre los “róbalos” juveniles y adultos; y como objetivos específicos: 1) Determinar el índice intestinal para cada clase de talla; 2) Realizar un esquema macroscópico del tracto digestivo del “róbalo”, con un detalle macroscópico de las principales estructuras; 3) Establecer una relación entre la musculatura dura (trituration del alimento) y la musculatura blanda (absorción del alimento) del intestino; 4) Establecer si los resultados se ajustan a la Teoría de Digestión Óptima (Sibly, 1981). Los resultados obtenidos se confrontan con los obtenidos por Gosztanyi (1979), quien evidencia en principio una isometría en el crecimiento del intestino. Para ello se lleva a cabo un ANOVA de una vía, para establecer si existen o no diferencias en el crecimiento del intestino, basándose sobre un valor calculado de coeficiente intestinal (Nikolski, 1963). El valor de p es < 0.05 , por lo que existen diferencias significativas. Si bien se encuentran diferencias, el análisis no incorpora el efecto alométrico, producido por el peso del animal. El análisis que permite incorporar dicho efecto (como una covariable) fue hecho mediante la aplicación de un ANCOVA, utilizando como covariable el peso total del pez, controlado por el factor masa corporal. No se valida lo propuesto por Guzmán y Campodónico (1973), quienes suponen una alimentación herbívora en las tallas superiores a 160 mm de L.E. Tampoco se corrobora lo propuesto por Turner (1988), quién encontró un consumo preferente de *Hemigrapsus crenulatus* en los “róbalos” de tallas mayores a 350 mm L.T. El estudio concluye que el “róbalo” presenta alometría en el crecimiento del intestino, sin embargo, aunque no existen diferencias estadísticas significativas entre las diferentes clases de talla, sí se observan variaciones en su ontogenia.

SUMMARY

Fifty specimens of different size classes of *Eleginops maclovinus* were studied, all obtained from two places in the province of Valdivia, X Region; these were near the Las Mulatas-Los Pelúes sector and from Ensenada de San Juan. The fish were classified in five size classes, proposing as a general objective, to establish if there are differences of length in the intestine ontogeny, between juvenile and adult “róbalos”; and as specific objectives: 1) To determine the intestinal index for every size class; 2) To make a macroscopic diagram of the digestive tract of the “róbalo”, with a macroscopic detail of the main structures; 3) To establish a relationship between hard musculature (mashing of food) and soft musculature (absorption of food) of the intestine; 4) To establish if the results adjust themselves to the Theory of Optimal Digestion (Sibly, 1981). The results obtained oppose those obtained by Gosztanyi (1979), who at first establishes an isometric growth of the intestine. For this purpose, a one way ANOVA is used to establish if there are differences or not in the intestine growth, based on a calculated value of intestinal coefficient (Nikolski, 1963). The p value is < 0.05, due to which significant differences exist. Still, while there are differences, the analysis does not incorporate the allometric effect, caused by the animal’s weight. The analysis that allows such an effect to be incorporated (as a co variable) was made through the application of an ANCOVA analysis, using as co variable the total weight of the fish. The conclusions proposed by Guzmán and Campodónico (1973) are proven invalid, as they suppose an herbivorous feeding in the sizes superior to 160 mm of L.E. Likewise, the results do not corroborate that proposed by Turner (1988) , who found a preferential consumption of *Hemigrapsus crenulatus* in the “róbalo” sized above 350mm L.T. The study concludes that “róbalo” does present intestine growth allometry; however, although there are no significant variations between the different size classes, variations in their ontogeny can be observed.

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo quiero agradecer el gran apoyo entregado en todo momento por mi hermosa familia. Agradecer a mis padres por todos los esfuerzos y apremios, que me permiten ahora estar en estas instancias.

A mis padres debo todo lo que he obtenido, me formaron como persona, me entregaron valores, me dieron amor, y ello trasciende en todo lo que hago en la vida.

Agradezco a mi hermanita, junto a su hija Antonia, que representan una constante inspiración en mi trabajo. A mi Abuelita Aurora, que es maravillosa, por haberme apoyado siempre en todo, y estar junto a mi familia apoyándolos constantemente.

A mi niña que me ha apoyado y ayudado, a realizar mi trabajo y que me acompaña gran parte del día.

Agradecer al Profesor Germán Pequeño, por su gran ayuda, por guiarme en mi trabajo, por ser tan generoso con sus conocimientos, y su eterna disponibilidad frente a los estudiantes.

Dar gracias a los Profesores Carlos Jara y Juan Zamorano, por aportar con sus comentarios y vasto conocimiento, que ayudaron a fortalecer mi trabajo.

Al Profesor Roberto Nespolo y a Lenny Sepúlveda agradezco su gran ayuda, que me permitió optimizar el trabajo estadístico.

INTRODUCCION

Los peces nototenioides son la única rama de peces Perciformes que evolucionó en asociación con las aguas frías del Océano Antártico. La rica radiación de estos peces, permitió a este grupo ocupar una posición dominante en la fauna bentónica de la costa y parte superior de la plataforma continental de la Antártida y lugares adyacentes, resultando en 130 especies vivientes incluidas en 8 Familias, con 47 géneros (Balushkin, 1993). La radiación fue posible gracias a los procesos de adaptación de los peces y entre ellos se encuentra la variación que experimentó la morfología del tracto digestivo.

Las relaciones existentes entre la morfología y los hábitos alimentarios en peces presentan gran interés, ya que dilucidan mecanismos adaptativos importantes en la evolución y generan patrones ecológicos relacionados estrechamente entre las especies (Ojeda, 1986).

La gran mayoría de los estudios pone énfasis en las estructuras morfológicas externas, varias de estas adaptaciones han sido correlacionadas con los hábitos alimentarios y el alimento ingerido. Como por ejemplo, la morfología y tamaño de la boca, dentadura, número y forma de las branquias (De Groot, 1969), morfología del tracto digestivo, longitud del intestino, entre otras.

En general, se ha establecido que la estructura de las diferentes partes del tracto alimentario en una especie dada de pez está relacionada con su dieta (Ojeda, 1986). Este paradigma parece ser altamente consistente cuando se compara, por ejemplo, la morfología del intestino entre especies de peces de diferentes niveles tróficos, especialmente entre herbívoros y carnívoros (Bond, 1996).

El “róbalo” presenta cambios en su dieta durante la ontogenia, que deben evidenciarse en cambios de la longitud del intestino.

El “róbalo”, única especie de la Familia Eleginopidae, es común en el litoral, penetrando por estuarios y ríos (preferentemente donde afectan las mareas), del sur de América del Sur (Pavés *et al.*, 2005).

El “róbalo” es uno de los peces costeros más conocidos y característicos del área Patagónica. Se conoce su alimentación tanto en el estuario como en el río, donde consume principalmente animales de dichos habitats, principalmente *Hemigrapsus crenulatus* (Milne-Edwards, 1837). En ambientes considerados limnéticos, donde suele encontrarse con frecuencia, se supone que debería consumir presas propias de aquellos lugares (Pavés *et al.* 2005). Esta especie se presenta como un componente extraordinariamente versátil en la malla trófica, ya que su dieta incluye desde pequeños individuos con una dieta zoofágica (carnívora) a animales de mayor tamaño que presentan omnivoría. Posee además una fisiología que le permite cubrir un amplio abanico osmorregulatorio a nivel digestivo, probablemente uno de los más variados en el Sub-orden Notothenioidei (Pavés *et al.* 2005).

Según Guzmán y Campodónico (1973), el “róbalo” presenta una alimentación fundamentalmente carnívora hasta una talla aproximada de 160 mm, en la que los ítems de mayor importancia son crustáceos y poliquetos. Según Pequeño (1979), ésta es una especie omnívora con predominancia carnívora, pero sin rasgos de canibalismo. Este pez posee particularidades en su alimentación, ya que a los adultos se les considera omnívoros, con amplias posibilidades de subsistir sobre material animal o vegetal, según la disponibilidad de uno u otro. En su fase juvenil, estaría aparentemente más asociado a una dieta zoofágica (carnívora) (Gosztonyi, 1979). Así, diversos autores describen la alimentación de *Eleginops maclovinus*, lo cual nos permite tener una idea de la relación existente entre el alimento y su tracto digestivo. De esta forma, se esperaría como en otras especies, un aumento en la longitud del intestino, ya que pasaría de una dieta carnívora a una dieta omnívora, para la cual necesita de una mayor superficie digestiva. De acuerdo con la Teoría de Digestión Óptima

(Sibly, 1981), los animales que consumen ítems alimentarios de baja calidad energética (material inorgánico y vegetal), poseen un tracto digestivo más largo que aquellos que consumen alimentos de alta calidad energética (material animal) (Benavides *et al.* 1994), en función de maximizar el retorno energético. En general, lo documentado en la literatura dice relación con que los peces herbívoros tienen un intestino más largo que los carnívoros, debido a la dificultad para digerir carbohidratos complejos de las plantas y a la cantidad de material no digerible (Emery, 1973). Un tracto digestivo más largo permite un aumento en la capacidad del pez para digerir y asimilar material vegetal (Horn, 1989), y permite el depósito de organismos simbióticos (bacterias) degradadores de celulosa.

En la literatura existe tan sólo un trabajo, realizado sobre el intestino del “róbalo” (Gosztonyi, 1979). Si bien se trata de la misma especie, es importante analizar si existen variaciones ontogénicas en el intestino del róbalo atribuible a su dieta, ya que el estudio de Gosztonyi (1979) arrojó resultados que no muestran una variación correlacionable en forma evidente con la talla, e indican en principio, una isometría en el crecimiento del intestino. Además, en dicho estudio no se incorpora el peso total del individuo el cual aporta un efecto alométrico, importante al momento de analizar el crecimiento del intestino en las diferentes clases de talla.

Entender como es la ontogenia del tracto digestivo, específicamente el intestino, nos permitiría contar con conocimientos, por ejemplo, para desarrollar estudios fisiológicos, etológicos, etc, o para una futura piscicultura, basada sobre especies autóctonas. Esto último se podría intentar aprovechando el amplio abanico osmorregulatorio a nivel digestivo, que permite al “róbalo” consumir un espectro amplio de presas (alimento) lo cual eventualmente podría facilitar su cultivo.

Como hipótesis de trabajo se plantea que no existe variación en la longitud del intestino, durante la ontogenia del “róbalo”.

El objetivo general de este estudio es dilucidar una posible variación ontogénica en la longitud del intestino de *Eleginops maclovinus*, debido a la dieta, como ya ha sido documentado para otras especies de peces.

Como objetivos específicos este estudio pretende:

- Determinar el índice intestinal para cada clase de talla.
- Realizar un esquema del tracto digestivo del “róbalo”, con un detalle macroscópico de las principales estructuras.
- Caracterizar la musculatura dura (trituration del alimento) y la musculatura blanda (absorción del alimento) del intestino.
- Establecer si los resultados se ajustan a la Teoría de Digestión Óptima (Sibly, 1981), la cual si bien es ampliamente aceptada, no ha sido observacionalmente comprobada en el “róbalo”.

MATERIALES Y METODOS

Los 50 ejemplares de *Eleginops maclovinus* (Fig. 1) utilizados para este estudio fueron obtenidos de dos localidades distintas: sector cercano a las Mulatas-Los Pelúes ($39^{\circ} 50' 36''$ S; $73^{\circ} 19' 50''$ W) (1) y desde el sector de la Ensenada de San Juan ($39^{\circ} 55'$ S; $73^{\circ} 23'$ W) (2), Provincia de Valdivia, Décima Región (Figura 2). Las capturas de los especímenes fueron realizadas entre Agosto y Noviembre del año 2004, considerándose 2 campañas mensuales, con un total de 8 campañas realizadas en terreno.



Figura 1. Ejemplar adulto de *Eginops maclovinus*.

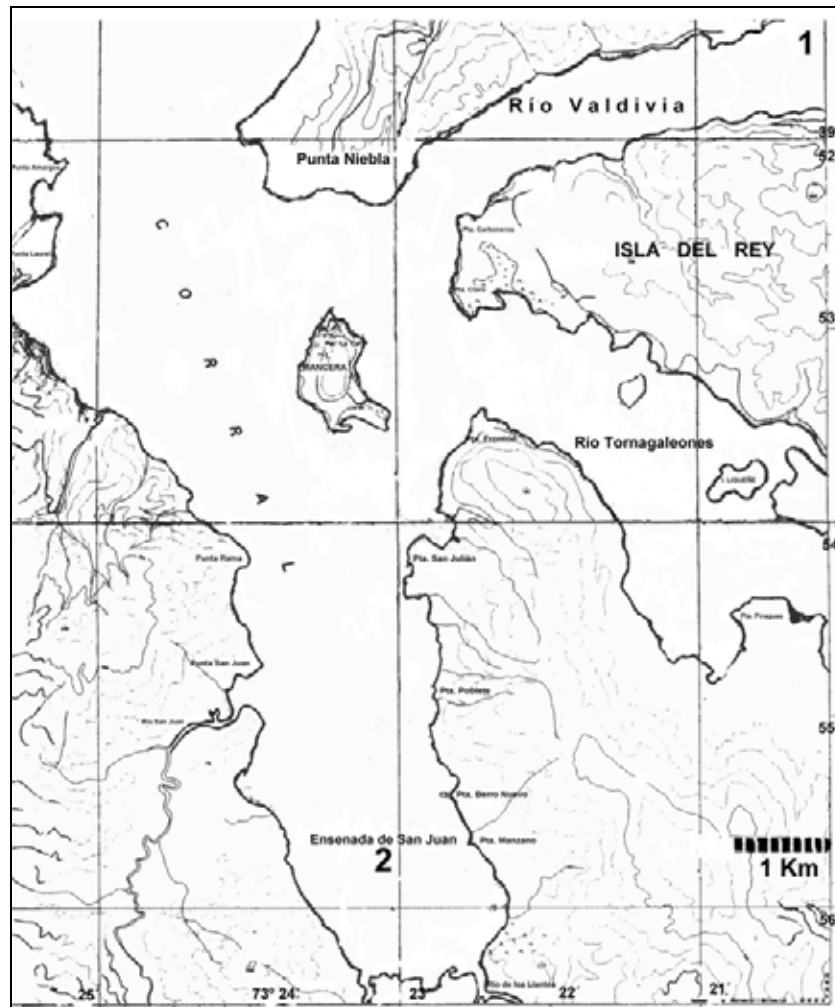


Figura 2. Localización de las áreas de estudio. (1) Sector cercano a Las Mulatas-Los Pelúes y (2) el Sector de la Ensenada de San Juan, Provincia de Valdivia, X Región (Modificada de la Carta # 6241, Bahía y Puerto de Corral, del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile).

Obtención de las muestras.

Se escogieron especímenes juveniles y adultos del “róbalo”, para averiguar si el modelo intestinal (longitud) está sujeto a cambios ontogénicos. Las muestras fueron proporcionadas por pescadores de la zona, los cuales capturaron los peces durante la noche, para posteriormente ser trabajados en terreno al día siguiente. Mediante la ayuda de un ictiómetro de 1 mm de precisión, fueron tomadas las diferentes medidas morfométricas; también, se registraron los pesos con una balanza con 0.1 gr de precisión.

Para su análisis los peces fueron divididos arbitrariamente según su longitud estándar (L.E) en 5 clases de talla:

1. 200-250 mm.
2. 251-300 mm.
3. 301-350 mm.
4. 351-400 mm.
5. 401-450 mm.

Las tallas se determinaron utilizando la L.E, para evitar un sesgo mayor debido a que las medidas de longitud total (L.T), podrían presentar mayor variabilidad, ya que la aleta caudal suele presentar daño producto de la acción mecánica del medio, por efecto de la captura o por la acción de microorganismos. De cada clase de talla se analizaron 10 ejemplares.

Para la obtención de las vísceras se procedió a abrir cada espécimen, para ello, se cortó la pared del cuerpo en la zona media ventral del animal, desde la altura de las aletas pectorales hacia la ubicación del ano. Posteriormente se realizaron dos cortes transversales: el primero bajo las aletas pélvicas (inicio del corte longitudinal) y el segundo, al final del corte longitudinal.

Con ayuda de una pinza de disección, se abrió la cavidad torácica-abdominal. Posteriormente se realizaron dos cortes al tracto digestivo, el primero en el principio del esófago, y el segundo en la parte terminal del ano. Luego, se desprendió el tracto digestivo desde el mesenterio o membrana que lo rodea en algunas partes. Los tractos digestivos completos fueron pesados (gr) y medidos (mm.) en fresco, antes de ser depositados en bolsas de polietileno conteniendo formalina al 10% para ser trasladados al laboratorio del Instituto de Zoología de la Universidad Austral de Chile; en dicho lugar fueron traspasados a frascos de vidrio conteniendo etanol al 70% para su conservación.

A cada ejemplar se le registró 5 medidas morfométricas, tomadas en fresco: 1) Longitud estándar (L.E); 2) Longitud total del intestino (Li); 3) Longitud de los tipos de musculatura (tanto la musculatura blanda, como la dura); 4) Peso tracto digestivo; 5) Peso total (ejemplar completo).

A los ejemplares que presentaban el estómago lleno de comida, se procedió a abrir sus estómagos para analizar su contenido, con la ayuda de una lupa estereoscópica Wild M3C. Dichos estómagos correspondieron a los ejemplares de longitud estándar entre 351-400 mm (clase de talla 4).

Para el cálculo del índice intestinal se procedió a utilizar la fórmula descrita por Nikolski (1963), el cual define a este índice como la relación de la longitud del intestino con los hábitos alimentarios de la especie.

$$I_i = \frac{\text{longitud del intestino (mm)}}{\text{longitud estándar (mm)}}$$

De acuerdo con los resultados puede interpretarse lo siguiente:

$I_i < 1$ los peces son descritos como carnívoros.

$1 < I_i \leq 2$ los peces son descritos como omnívoros.

$I_i > 2$ los peces son herbívoros.

Análisis estadísticos.

Los análisis estadísticos fueron llevados a cabo mediante el uso del software estadístico STATISTICA 6.0. Se estimó una matriz de correlaciones entre las diferentes dimensiones morfométricas obtenidas, para determinar las relaciones existentes entre las diferentes variables. Después se discriminó y escogió que variable utilizar en los análisis estadísticos, basándose en su correlación (la correlación más cercana a 1).

Para contrastar los resultados de una parte de este estudio, con respecto a la posible isometría en el crecimiento del intestino de *Eleginops maclovinus* obtenida por Gosztonyi (1979), se procedió a realizar un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, utilizando valores calculados de índice intestinal, mediante la fórmula aportada por Nikolski (1963).

Los valores obtenidos de coeficiente intestinal de cada “róbalo”, fueron normalizados, ya que no cumplían con los supuestos del ANOVA, de independencia, homocedasticidad y normalidad de los datos (Zar, 1999); por tal razón, los datos fueron transformados aplicando logaritmo natural.

La normalidad de los datos fue comprobada mediante la verificación gráfica de la distribución de los datos en un histograma de frecuencias y mediante el uso del test de Kolmogorov-Smirnov, mientras que el supuesto de homocedasticidad (homogeneidad de varianzas) fue corroborado por el Test de Levene's.

De existir posibles diferencias entre las medias del coeficiente intestinal de las diferentes clases de talla, es decir, aceptar la hipótesis alternativa, se utilizará la prueba a posteriori (Zar, 1999): Test de Tukey.

Para determinar la posible existencia de diferencias significativas entre las medias de las longitudes totales del intestino, entre las 5 diferentes clases de talla, se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA). Se procedió a realizar dicho análisis, para controlar por la variable peso corporal (efecto alométrico) a *Eleginops maclovinus*. Al utilizar la masa corporal como covariable se obtiene el valor corregido de la longitud total del intestino, y eso permite detectar las diferencias en longitud de intestino, independientemente de la masa corporal.

Para aplicar el ANCOVA es necesario primeramente comprobar los supuestos, de independencia de los datos, normalidad, homocedasticidad y de homogeneidad de las pendientes (paralelismo).

Los datos tomados en terreno no cumplen con los supuestos de normalidad (Kolmogorov-Smirnov, $p < 0.05$) ni de homocedasticidad (Test de Levene's, $p < 0.05$), por lo cual es necesario transformar los datos para cumplir con los supuestos del ANCOVA. La transformación fue realizada aplicando logaritmo natural a los datos que se presentan en las Tablas 2, 3, 4, 5 y 6, los cuales se resumen en la Tabla 13.

En el ANCOVA se utilizaron 3 variables, una variable denominada dependiente, que es representada por el logaritmo natural (Ln) de la longitud del intestino; variable categórica predictiva, representada por las clases de talla y la tercera variable, continua predictiva (covariante), representada por el Ln del peso total de *Eleginops maclovinus*. Se utilizó como covariante el peso total del ejemplar, ya que presenta una mayor correlación con respecto a la longitud total del intestino.

Para verificar el primer supuesto de independencia de los datos, se realizó un análisis de autocorrelación, el cual emplea los valores residuales de los datos. El gráfico que se obtiene mediante éste análisis muestra un comportamiento característico de los datos cuando se viola el supuesto de independencia, presentando éstos una distribución en forma de ondas, así también si la mayoría de los datos se encuentran graficados en la zona fuera del intervalo de 0.3 a -0.3, se viola el supuesto.

Para el ANCOVA fue revisado el supuesto de paralelismo de las pendientes, mediante el uso de un test de interacción con la covariante; en este caso fue utilizado el análisis de modelo de homogeneidad de pendientes.

RESULTADOS

En la anatomía general del tracto digestivo del “róbalo”, se aprecian sus principales estructuras: esófago, estómago (parte cardíaca y pilórica), ciegos pilóricos e intestino (parte media y posterior) (Fig. 3). El tracto digestivo de *Eleginops maclovinus* presenta un esófago corto y ancho, el cual se continúa dentro de la porción cardíaca del estómago, con un desarrollo notorio en forma de saco en su parte mas baja. Después, una parte corta, fuertemente muscular, que corresponde a la porción pilórica del estómago, seguida por una fuerte constricción en cuyas adyacencias desembocan los 4 ciegos pilóricos que caracterizan a la especie. Estos presentan diferentes tamaños. Luego se continúa dentro la parte media del intestino, y prosigue con la parte posterior del intestino.

La división entre la parte media y posterior del intestino, está representada por el comienzo de la válvula prerectal, que es visible cuando el intestino es abierto (Voronina y Balushkin, 1998).

El intestino se conforma por dos tipos de musculatura, una musculatura dura y otra blanda. La musculatura dura presenta un menor diámetro de lumen intestinal y una gran

cantidad de rugosidades, que le otorgan una mayor rigidez, posee un color crema; mientras que la musculatura blanda, presenta un mayor diámetro del lumen intestinal, y sus paredes son translúcidas, permitiendo ver su contenido, generalmente se observa de color gris a negro, con algunas inclusiones de verde opaco, producto del contenido vegetal.

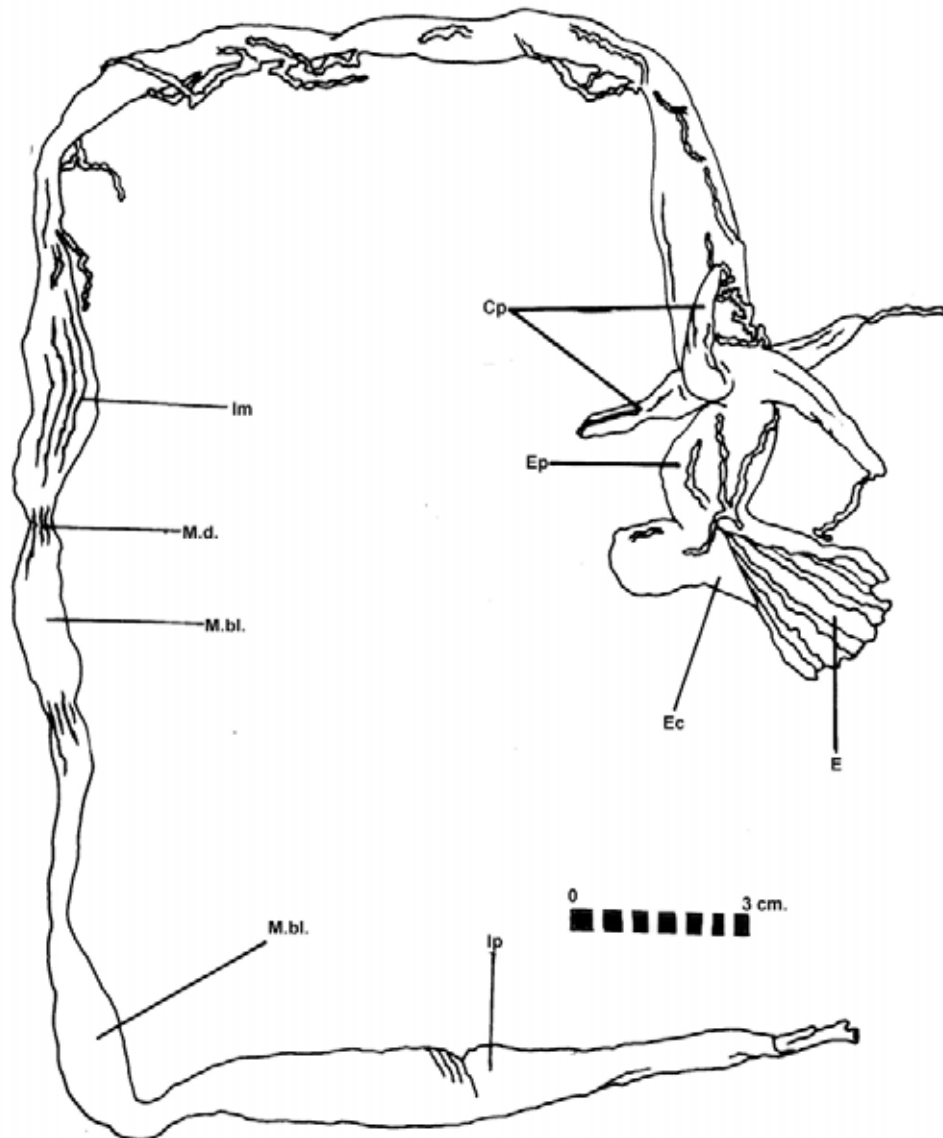


Figura 3. Diagrama del tracto alimentario extraído de un ejemplar de *Euginops maclovinus* de L.E 315 mm y una longitud de intestino de 520 mm, indicándose las principales estructuras: E, esófago; Ec, estómago (parte cardíaca); Ep, estómago (parte pilórica); Cp, ciegos pilóricos; M.d., musculatura dura; M.bl., musculatura blanda; Im, intestino medio; Ip, intestino, parte posterior.

Análisis del contenido alimentario del tracto digestivo.

Los ejemplares cuyos estómagos fueron analizados (N=10), para llegar a determinar el contenido de alimento, corresponden a individuos de la clase de talla 4 (entre 351-400 mm de L.E), que presentaron un estómago bastante abultado. Los ítems alimentarios encontrados (Tabla 1) fueron principalmente del Filum Arthropoda, Subfilum Crustacea (Barnes and Ruppert, 1996) presentándose las especies *Pterygosquilla armata* (Milne Edwards, 1837) (Fig.4), *Neotrypaea uncinata* (Milne Edwards, 1837) (Fig. 5), y *Pinnixa valdiviensis* (Rathbun, 1907) (Fig. 6), que presentó una gran abundancia tanto en el estómago como en el intestino de *Eleginops maclovinus*.

Asociado con éstos Crustáceos se encontró en el tracto digestivo bastante material inorgánico (limo, arena) y la presencia de restos de algas, y de material de plantas terrestres que se depositan sobre el fondo del estuario.

Tabla 1. Principales ítems-presas de *Eleginops maclovinus*, correspondientes a los estómagos de los ejemplares de la cuarta clase de talla (351-400 mm de longitud estándar).

Item-Presa	N° de estómagos con contenido	N° de estómagos analizados
Filum Arthropoda		
Subfilum Crustacea		
Clase Malacostraca		
Subclase Hoplocarida		
Orden Stomatopoda		
<i>Pterygosquilla armata</i>	6	10
Subclase Eumalacostraca		
Superorden Eucarida		
Orden Decapoda		
Suborden Pleocyemata		
Infraorden Brachyura		
<i>Pinnixa valdiviensis</i>	10	10
Infraorden Thalassinidae		
<i>Neotrypaea uncinata</i>	7	10

Se puede apreciar que los ítems alimentarios encontrados en los estómagos e intestino, durante este estudio difieren de lo dispuesto por Turner (1988), quién encontró un consumo preferente de *Hemigrapsus crenulatus* en los “róbalos” con tallas superiores a 350 mm de L.E.

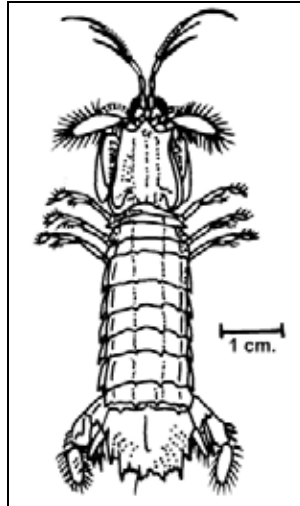


Figura 4. Camarón guerrero, *Pterygosquilla armata*, un estomatópodo. Vista dorsal de un ejemplar de 120 mm.

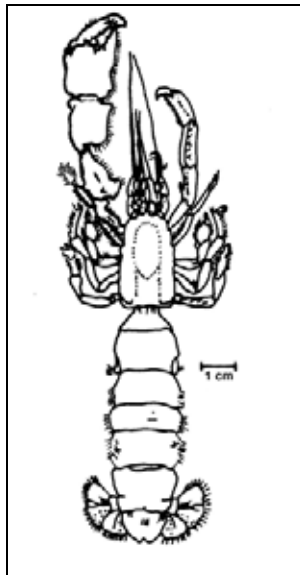


Figura 5. Vista dorsal de *Neotrypaea uncinata*, cangrejo fantasma.

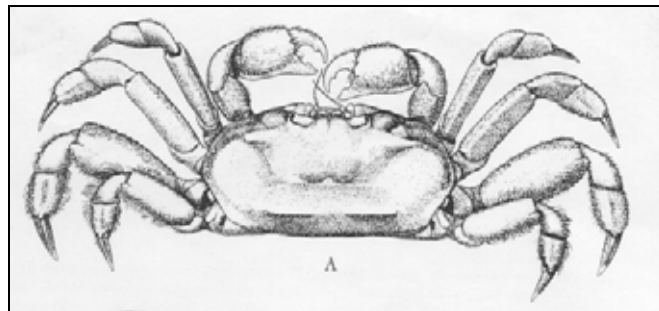


Figura 6. Brachyuro *Pinnixa valdiviensis*, vista dorsal, X 2.5 (Modificado de Garth, 1957).

Las diferentes mediciones morfométricas de los ejemplares de *Eleginops maclovinus*, se resumen en las Tablas 2, 3, 4, 5 y 6, agrupadas en 5 clases de talla, de acuerdo con su longitud estándar (L.E) como fue señalado anteriormente. Se presentan los promedios de cada medición y la desviación estándar correspondiente.

Tabla 2. Medidas (x + D.S) correspondientes a la primera clase de talla de *Eleginops maclovinus*, que comprende entre 200-250 mm de L.E.

Clase de talla	L.E (mm)	long.t. intestino (mm)	Peso t.d. (gr)	Peso total (gr)	Musculatura dura (mm)	Musc. Blanda (mm)
1	215	328	7	155	70	258
1	212	285	11	177	10	275
1	230	350	12	191	15	335
1	212	290	7	167	20	270
1	210	270	6	143	60	210
1	230	330	11	215	90	240
1	210	355	16	174	25	330
1	222	305	9	181	25	280
1	200	280	10	140	15	265
1	207	260	14	155	80	110
Promedio	214,8	305,3	10,3	169,8	41	257,3
D.S	9,8	33,6	3,2	22,9	30,5	63,8

Tabla 3. Medidas (x + D.S) de los ejemplares de *Eleginops maclovinus* de la segunda clase de talla (251-300 mm de L.E).

Clase de talla	L.E (mm)	long.t. intestino (mm)	Peso t.d. (gr)	Peso total (gr)	Musculatura dura (mm)	Musc. Blanda (mm)
2	280	210	10	272	60	150
2	295	300	10	320	160	140
2	290	320	22	370	20	300
2	273	355	11	301	140	215
2	270	330	13	215	40	290
2	283	410	22	377	240	170
2	280	420	14	336	50	370
2	285	385	10	225	65	320
2	275	450	15	234	55	395
2	252	425	15	284	10	415
Promedio	278,3	360,5	14,2	293,4	84	276,5
D.S	12,0	72,8	4,6	58,1	72,8	102,4

Tabla 4. Medidas (x + D.S) correspondientes a la tercera clase de talla del “róbalo” (301-350mm de L.E).

Clase de talla	L.E (mm)	long.t. intestino (mm)	Peso t.d.(gr)	Peso total (gr)	Musculatura dura (mm)	Musc. Blanda (mm)
3	320	420	27	494	55	365
3	305	200	20	387	90	110
3	345	420	25	395	70	350
3	310	440	29	438	140	300
3	325	450	27	508	170	230
3	340	415	23	390	90	325
3	305	205	21	390	80	125
3	315	410	27	430	70	340
3	345	390	20	370	90	300
3	305	400	28	377	50	350
Promedio	321,5	375	24,7	417,9	90,5	279,5
D. S	16,5	92,6	3,4	48,8	37,4	93,6

Tabla 5. Medidas (x + D.S) de los ejemplares de “róbalo” de la cuarta clase de talla (351-400 mm de L.E).

Clase de talla	L.E (mm)	long.t. intestino (mm)	Peso t.d. (gr)	Peso total (gr)	Musculatura dura (mm)	Musc. Blanda (mm)
4	395	765	61	1047	130	635
4	390	665	55	925	120	545
4	380	750	63	1005	110	640
4	400	585	53	882	185	400
4	355	425	35	688	75	350
4	400	400	42	730	55	345
4	390	690	58	980	150	540
4	360	535	38	720	90	445
4	365	480	42	730	85	395
4	385	675	60	975	110	565
Promedio	382	597	50,7	868,2	111	486
D.S	16,5	132,1	10,4	137,7	38,0	112,7

Tabla 6. Medidas (x + D.S) de los ejemplares de *Eleginops maclovinus* de la quinta clase de talla (401-450 mm de L.E).

Clase de talla	L.E (mm)	long.t. intestino (mm)	Peso t.d.(gr)	Peso total (gr)	Musculatura dura (mm)	Musc. Blanda (mm)
5	405	730	75	1210	150	580
5	410	580	70	980	195	385
5	405	595	82	1002	190	405
5	440	700	75	1302	135	565
5	420	780	55	990	160	620
5	410	720	63	1150	180	540
5	405	580	52	730	140	440
5	435	575	80	850	125	450
5	440	610	65	1152	110	500
5	435	795	68	1320	155	640
Promedio	420,5	666,5	68,5	1068,6	154	512,5
D.S	15,4	87,6	10,0	192,1	28,0	90,1

Las correlaciones existentes entre las diferentes variables analizadas, se resumen en la Tabla 7.

Tabla 7. Matriz de correlaciones entre dimensiones morfométricas (variables).

Variables	L.E	Long.t.d.	long. intestino	Peso t.d.	Peso total	Musc.dura	Musc.blanda
L.E	1,00						
Long.t.d.	0,83	1,00					
long. intestino	0,82	0,99	1,00				
Peso t.d.	0,91	0,88	0,88	1,00			
Peso total	0,93	0,91	0,91	0,96	1,00		
Musc.dura	0,37	0,18	0,18	0,25	0,25	1,00	
Musc.blanda	0,63	0,87	0,88	0,74	0,77	-0,26	1,00

Los valores menores a 0.50 ó -0.50 no presentan una buena correlación, ya sea positiva o negativa. En la matriz se destaca con rojo dichos valores, y con un fondo verde, aquellas correlaciones negativas. Se observa que si bien, existen muy buenas correlaciones entre las diferentes medidas morfométricas, suponiendo un modelo de relación semejante al lineal, lo cual es lógico si se aumenta en tamaño a medida que aumenta la edad. Se aprecia, sin embargo, que las medidas de musculatura dura del intestino, no presentan una relación semejante a las demás.

Cálculo del índice intestinal.

Se determinó el índice intestinal (I_i) para cada individuo de las diferentes clases de talla, presentándose el valor del coeficiente intestinal promedio de cada clase (Tabla 8). Esta operación fue llevada a cabo para contrastar los resultados de este estudio con los obtenidos por Gosztonyi (1974), cuyos resultados no muestran una variación correlacionable en forma evidente con la talla, e indican en principio una isometría en el crecimiento del intestino.

Tabla 8. Índice intestinal promedio + error estándar de cada clase de talla.

Clase de talla	n	L.E x (mm)	Long. intestino x (mm)	valor índice intestinal x + error estándar
1	10	214,8	305,3	1,42 + 0,04
2	10	278,3	360,5	1,3 + 0,09
3	10	321,5	375	1,16 + 0,08
4	10	382	597	1,55 + 0,1
5	10	420,5	666,5	1,58 + 0,06

Los resultados indicados en la Tabla 6, catalogan a *Eleginops maclovinus* como un pez de comportamiento alimentario omnívoro, según Nikolski (1963).

Si bien los valores del índice intestinal nos entregan una idea del tipo de comportamiento alimentario que posee el “róbalo”, no son del todo concluyentes, ya que poseen un sesgo debido a que no incorporan en la fórmula el efecto alométrico que es aportado por el peso total del pez (masa corporal). Para evaluar la posible diferencia entre las clases de talla (edades) es necesario controlar por el efecto aportado por la covariante (masa corporal), y así evaluar efectivamente como es la ontogenia del crecimiento del intestino en las diferentes clases de talla.

ANOVA, aplicado al coeficiente intestinal.

Para verificar la posible isometría propuesta por Gosztonyi (1979), se transformaron los datos de coeficiente intestinal, para cumplir con los supuestos del análisis de varianza (Tabla 9).

Para comprobar el primer supuesto de normalidad se llevó a cabo el test de Kolmogorov-Smirnov, que presenta el valor de probabilidad (p) asociado, en la parte superior del histograma de frecuencias (Gráfico 1).

Las hipótesis a docimar son las siguientes:

Ho: hay Normalidad.

Hi: no hay Normalidad.

Tabla 9. Valores de coeficiente intestinal de cada ejemplar de *Eleginops maclovinus* muestreado, transformados con logaritmo natural (Ln).

Clase de talla	Coef.intestinal	Ln de coef.intest.
1	1,5256	0,4223
1	1,3443	0,2958
1	1,5217	0,4198
1	1,3679	0,3132
1	1,2857	0,2513
1	1,4348	0,361
1	1,6905	0,525
1	1,3739	0,3176
1	1,4	0,3364
1	1,256	0,2279
2	0,75	-0,2876
2	1,0169	0,0167
2	1,1034	0,0983
2	1,3004	0,2626
2	1,2222	0,2006
2	1,4488	0,3707
2	1,5	0,4054
2	1,3509	0,3007
2	1,6364	0,4924
2	1,6865	0,5226
3	1,3125	0,2719
3	0,6557	-0,422
3	1,2174	0,1967
3	1,4194	0,3502
3	1,3846	0,3254
3	1,2206	0,1993
3	0,6721	-0,3973
3	1,3016	0,2635
3	1,1304	0,1225
3	1,3115	0,2711
4	1,9367	0,6609
4	1,7051	0,5336
4	1,9337	0,6594
4	1,4625	0,3801
4	1,1972	0,1799
4	1	0
4	1,7692	0,5705
4	1,4861	0,3961
4	1,3151	0,2739
4	1,7532	0,5614
5	1,8025	0,5891
5	1,4146	0,3468
5	1,4691	0,3846
5	1,5909	0,4643
5	1,8571	0,619
5	1,7561	0,5631
5	1,4321	0,3591
5	1,3218	0,279
5	1,3864	0,3267
5	1,8276	0,603

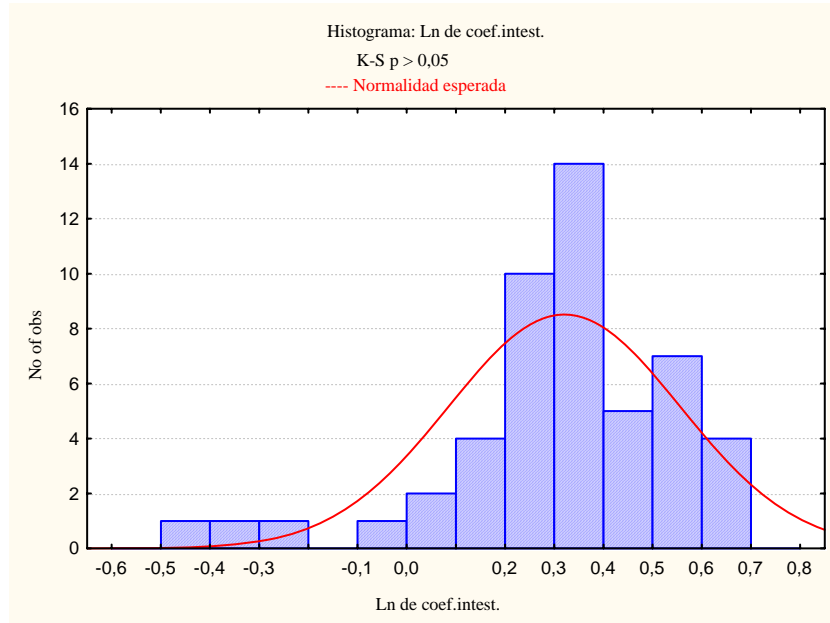


Gráfico 1. Histograma del número de observaciones versus el logaritmo natural del coeficiente intestinal.

El valor de p es mayor a 0.05, por lo cual se acepta la hipótesis nula (H_0) de normalidad de los datos. Se traza una línea roja sobre las barras para denotar la normalidad esperada (Gráfico 1).

Tabla 10. Valor obtenido de p valor, para comprobar la homocedasticidad de los datos de coeficiente intestinal, mediante el uso de la Prueba de Levene's.

Test deLevene's para homocedasticidad				
Effect: "Clase de talla"				
Grados de libertad para todos los F's: 4, 45				
	MS	MS	F	p
	Effect	Error		
Ln de coef.intest.	0,034036	0,014567	2,336611	0,069730

El valor obtenido de $p > 0.05$, indica que no existen diferencias significativas entre las varianzas y, por lo tanto, se comprueba la homocedasticidad de las varianzas.

Las hipótesis a docimar en el análisis de varianza (Tabla 11) son las siguientes:

Ho: no existen diferencias entre las medias de los valores de coeficiente intestinal de las diferentes clases de talla.

Hi: existen diferencias entre las medias de los valores de coeficiente intestinal de las diferentes clases de talla.

Tabla 11. Resultados obtenidos del análisis de varianza (ANOVA) de una vía, para el coeficiente intestinal.

Test univariado de significancia para el Ln de coef.intest. Descomposición de la hipótesis efectiva.					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	4,983009	1	4,983009	116,2805	0,000000
Clase de talla	0,762067	4	0,190517	4,4458	0,004106
Error	1,928401	45	0,042853		

El valor obtenido de p valor < 0.05 , que en este caso es de 0.004106, refleja que existen diferencias significativas entre las medias de los valores de coeficiente intestinal de las diferentes clases de talla, por lo tanto, se rechaza Ho y se acepta la hipótesis alternativa (Hi).

Para observar entre que clases de talla se produce la diferencia se utilizó el Test de Tukey (Tabla 12).

Tabla 12. Resultados del Test de Tukey HSD, se observa entre que medias existen las diferencias entregadas por el ANOVA del coeficiente intestinal de las diferentes clases de talla.

Tukey HSD test; variable Ln de coef.intest. Probabilidad aproximada para el Test Post Hoc Error: Entre MS = ,04285, gl = 45,000						
Cell No.	Clase de talla	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		,34703	,23824	,11813	,42158	,45347
1	1		0,765369	0,115325	0,927712	0,779317
2	2	0,765369		0,694189	0,292017	0,156048
3	3	0,115325	0,694189		0,016547	0,006443
4	4	0,927712	0,292017	0,016547		0,996922
5	5	0,779317	0,156048	0,006443	0,996922	

En la Tabla 12, se aprecia que las clases de talla 4 y 5, difieren de la clase de talla 3, ya que presentan valores de p menores a 0.05 (nivel de significancia).

Análisis de covarianza (ANCOVA)

Para llegar a determinar si existen diferencias en la longitud del intestino, entre las diferentes clases de talla, controlando por una covariable (masa corporal), se procedió a transformar los datos para cumplir con los supuestos (Tabla 13).

Tabla 13. Mediciones morfométricas de las diferentes clases de talla, transformados con logaritmo natural (Ln).

Clase de talla	Ln. long.intest.	Ln peso total
1	5,7930	5,0434
1	5,6525	5,1761
1	5,8579	5,2523
1	5,6699	5,1180
1	5,5984	4,9628
1	5,7991	5,3706
1	5,8721	5,1591
1	5,7203	5,1985
1	5,6348	4,9416
1	5,5607	5,0434
2	5,3471	5,6058
2	5,7038	5,7683
2	5,7683	5,9135
2	5,8721	5,7071
2	5,7991	5,3706
2	6,0162	5,9322
2	6,0403	5,8171
2	5,9532	5,4161
2	6,1092	5,4553
2	6,0521	5,6490
3	6,0403	6,2025
3	5,2983	5,9584
3	6,0403	5,9789
3	6,0868	6,0822
3	6,1092	6,2305
3	6,0283	5,9661
3	5,3230	5,9661
3	6,0162	6,0638
3	5,9661	5,9135
3	5,9915	5,9322
4	6,6399	6,9537
4	6,4998	6,8298
4	6,6201	6,9127
4	6,3716	6,7822
4	6,0521	6,5338
4	5,9915	6,5930
4	6,5367	6,8876
4	6,2823	6,5793
4	6,1738	6,5930
4	6,5147	6,8824
5	6,5930	7,0984
5	6,3630	6,8876
5	6,3886	6,9098
5	6,5511	7,1717
5	6,6593	6,8977
5	6,5793	7,0475
5	6,3630	6,5930
5	6,3544	6,7452
5	6,4135	7,0493
5	6,6783	7,1854

Para corroborar el supuesto de independencia de los datos, se utilizaron los valores residuales (Tabla 14), para posteriormente realizar un gráfico de autocorrelación con dichos valores. (Gráfico 2).

Tabla 14. Valores residuales de longitud del intestino del “róbalo”.

Nº de caso	Ln. long.intest. Observado	Ln. long.intest. Predicho	Ln. long.intest. Residuos
1	5,7930	5,6685	0,1246
2	5,6525	5,7441	-0,0916
3	5,8579	5,7875	0,0704
4	5,6699	5,7110	-0,0411
5	5,5984	5,6225	-0,0241
6	5,7991	5,8550	-0,0559
7	5,8721	5,7344	0,1377
8	5,7203	5,7569	-0,0366
9	5,6348	5,6104	0,0244
10	5,5607	5,6685	-0,1078
11	5,3471	5,8332	-0,4861
12	5,7038	5,9259	-0,2221
13	5,7683	6,0087	-0,2403
14	5,8721	5,8910	-0,0189
15	5,7991	5,6992	0,0999
16	6,0162	6,0193	-0,0032
17	6,0403	5,9537	0,0865
18	5,9532	5,7251	0,2282
19	6,1092	5,7474	0,3618
20	6,0521	5,8579	0,1942
21	6,0403	5,9887	0,0516
22	5,2983	5,8495	-0,5512
23	6,0403	5,8612	0,1791
24	6,0868	5,9201	0,1667
25	6,1092	6,0046	0,1046
26	6,0283	5,8539	0,1744
27	5,3230	5,8539	-0,5309
28	6,0162	5,9096	0,1066
29	5,9661	5,8239	0,1423
30	5,9915	5,8346	0,1569
31	6,6399	6,4816	0,1582
32	6,4998	6,4110	0,0888
33	6,6201	6,4583	0,1618
34	6,3716	6,3839	-0,0123
35	6,0521	6,2423	-0,1902
36	5,9915	6,2760	-0,2846
37	6,5367	6,4439	0,0927
38	6,2823	6,2682	0,0141
39	6,1738	6,2760	-0,1023
40	6,5147	6,4410	0,0737
41	6,5930	6,5741	0,0190
42	6,3630	6,4539	-0,0908
43	6,3886	6,4665	-0,0780
44	6,5511	6,6158	-0,0648
45	6,6593	6,4597	0,1996
46	6,5793	6,5451	0,0342
47	6,3630	6,2860	0,0771
48	6,3544	6,3727	-0,0184
49	6,4135	6,5461	-0,1326
50	6,6783	6,6237	0,0547

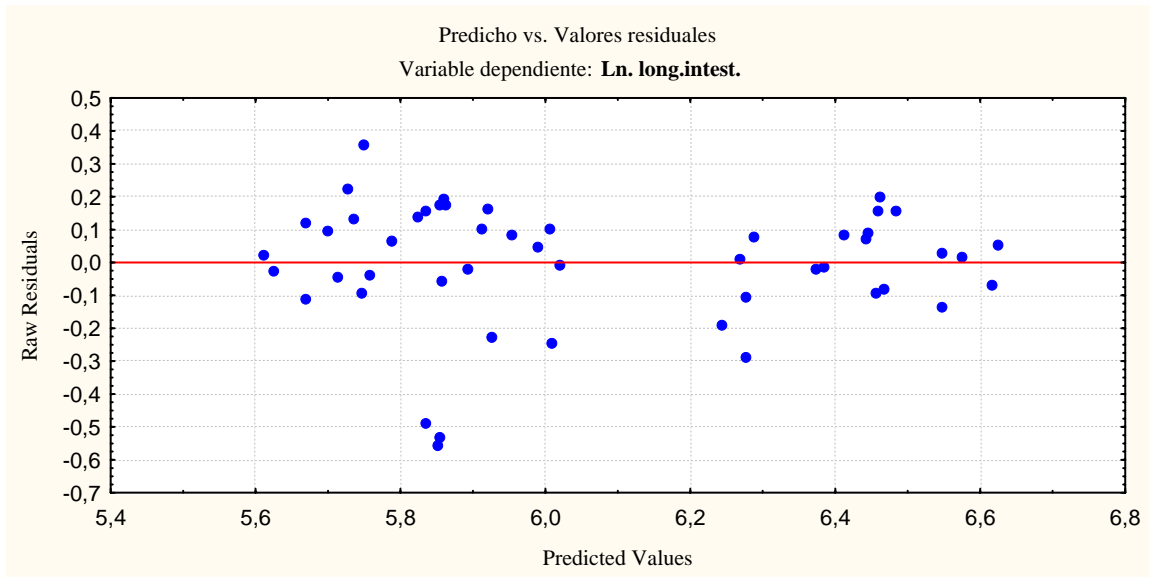


Gráfico 2. Gráfico ATF de autocorrelación.

En el gráfico 2, se aprecia que existe independencia, ya que la distribución de los datos está dentro de los intervalos ya señalados, y no presentan la distribución en forma de ondas, que sí se presenta cuando se viola éste supuesto.

Para verificar el supuesto de normalidad, se realizaron histogramas mostrando el valor de p obtenido mediante el Test de Kolmogorov-Smirnov, tanto para la variable dependiente (Ln de la longitud del intestino) (Gráfico 3), como para la variable continua predictiva (covariable, representada por el Ln del peso total del “róbalo”) (Gráfico 4), los cuales nos permiten observar la distribución que posee la población muestreada. Se esperaría que tuviese una distribución normal o “Gaussiana”, si la muestra presenta una mayor agrupación en el centro de la curva con una disminución gradual hacia ambos costados (Zar, 1999).

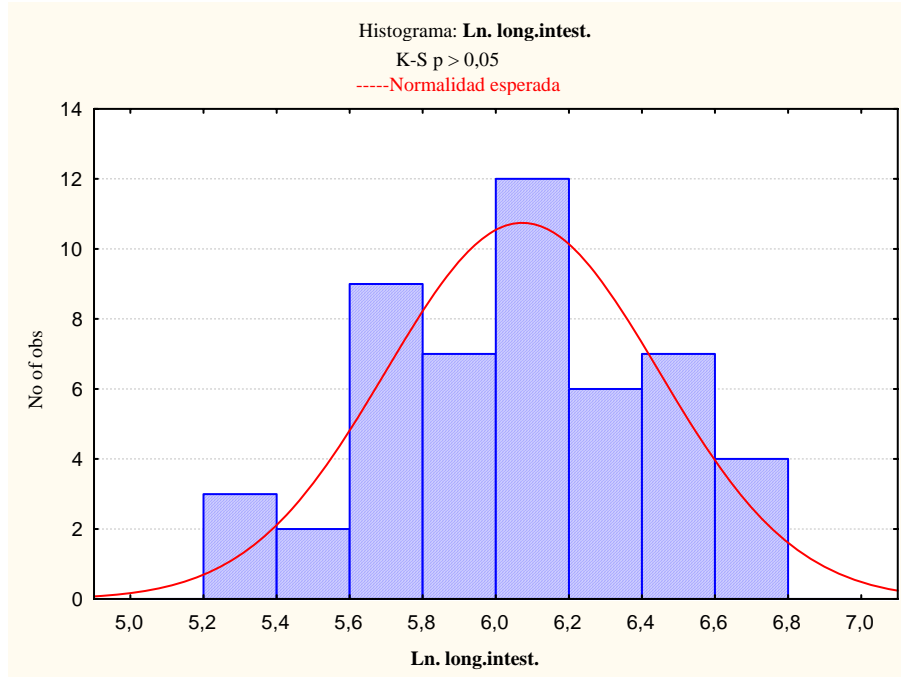


Gráfico 3. Histograma del número de observaciones versus el logaritmo natural de la longitud del intestino.

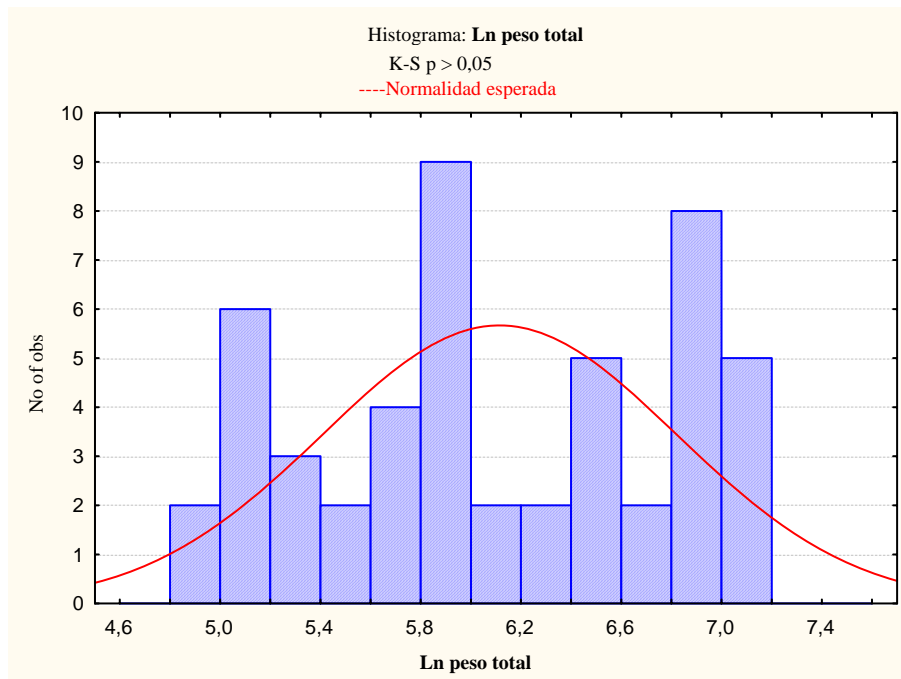


Gráfico 4. Histograma del número de observaciones versus el logaritmo natural de la covariante, peso total.

En ambos histogramas se puede apreciar que los datos tanto para la variable dependiente (longitud del intestino) como para la covariable (peso total), presentan un valor de $p > 0.05$ verificando la distribución normal de los datos.

Para corroborar la homocedasticidad de los datos, se realizó el análisis ya señalado anteriormente (Tabla 15).

Tabla 15. Valores obtenidos de p valor, para comprobar la homocedasticidad de los datos de la variable dependiente (long. del intestino) y de la covariable (peso total), mediante el uso de la Prueba de Levene's.

Test de Levene's para homocedasticidad				
Efecto: "Clase de talla"				
Grados de libertad para todos los F's: 4, 45				
	MS Effect	MS Error	F	p
Ln. long.intest.	0,031853	0,014313	2,225517	0,081232
Ln peso total	0,009735	0,006538	1,488994	0,221456

Los valores de probabilidad (p) obtenidos, tanto para el Ln de la longitud del intestino como para Ln peso total (0.081232 y 0.221456, respectivamente), son mayores a 0.05 (nivel de significancia), no existiendo diferencias significativas, por lo cual se acepta que existe homogeneidad de las varianzas (homocedasticidad).

Tabla 16. Resultados del supuesto de paralelismo de las pendientes, por medio del análisis del modelo de homogeneidad de pendientes.

Test univariado de significancia para el Ln de coef.intest.					
Descomposición de la hipótesis efectiva.					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0,077674	1	0,077674	2,25686	0,140878
Clase de talla	0,315296	4	0,078824	2,29026	0,076447
Ln peso total	0,478026	1	0,478026	13,88920	0,000599
Clase de talla*Ln peso total	0,305610	4	0,076402	2,21990	0,084049
Error	1,376684	40	0,034417		

El valor de $p > 0.05$, que en el estudio es de 0.084049, no es significativo (no existiendo diferencias significativas), por lo cual se acepta la homogeneidad de las pendientes (principio de paralelismo).

Todos los supuestos planteados para realizar un ANCOVA, se cumplen, por lo tanto, se puede llevar a cabo el análisis de covarianza (Tabla 17).

Hipótesis a docimar:

Ho: no existen diferencias entre las medias de las longitudes del intestino de las diferentes clases de talla.

Hi: existen diferencias entre las medias de las diferentes clases de talla.

Tabla 17. Resultados del estudio de variación ontogénica en la longitud del intestino del “róbalo”, mediante el uso del análisis de covarianza (ANCOVA).

Effect	Test univariado de significancia para el Ln de coef.intest. Descomposición de la hipótesis efectiva.				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0,214340	1	0,214340	5,60600	0,022360
Ln peso total	0,388875	1	0,388875	10,17093	0,002629
Clase de talla	0,319363	4	0,079841	2,08822	0,098504
Error	1,682294	44	0,038234		

Siendo el valor de $p > 0.05$ se acepta la hipótesis nula (Ho), por lo tanto, no existen diferencias significativas entre las medias de la longitud del intestino de las diferentes clases de talla.

La relación existente entre la longitud del intestino y la clase de talla, controlada por la covariable peso total (Gráfico 5), nos permite observar claramente como es el desarrollo ontogénico del intestino y ver el comportamiento alimentario de la especie.

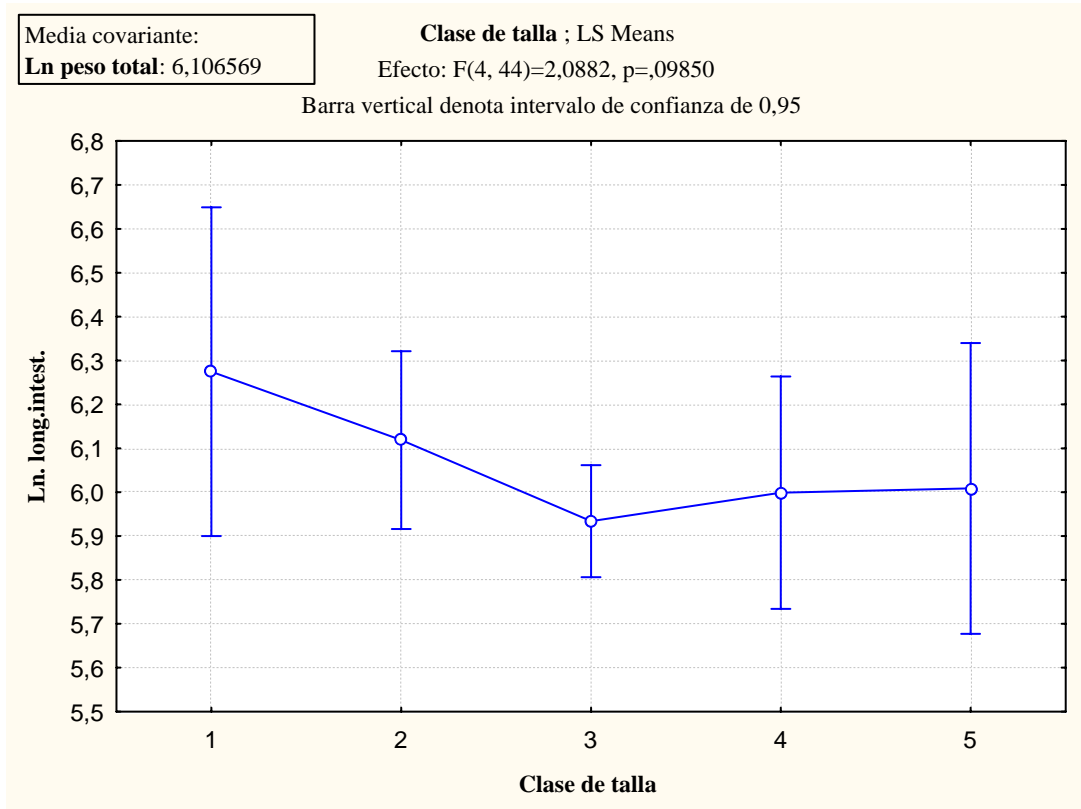


Gráfico 5. Variación de la longitud del intestino controlada por la covariable (peso total), en las diferentes clases de talla.

La variación expresada en el gráfico 5, donde se observa una longitud de intestino mayor en las clases de talla menores, y un incremento en la clase de talla 4 y 5, con respecto a la clase de talla 3, pone de manifiesto lo propuesto por la Teoría de Digestión Óptima (Sibly, 1981).

DISCUSION

De acuerdo con el presente estudio, sobre la base del análisis de covarianza, el valor de índice intestinal y el análisis de alimento del estómago de los ejemplares de la clase de talla 4, la conclusión obtenida por Guzmán y Campodónico (1973), en que los “róbalos” de tallas superiores a 160 mm de L.E presentan un régimen alimentario fundamentalmente herbívoro, es dudosa y no se corrobora por este estudio ni por los de Pequeño (1979), Acevedo (1994) y Pavés *et al.* (2005).

Los valores entregados por el índice intestinal de Nikolski (1963), clasifican al “róbalo” como un pez de comportamiento dietario omnívoro, sin embargo, no es posible observar claramente como es la variación entre las diferentes clases de talla, lo cual si se denota mediante el uso de un análisis de covarianza, incorporando el efecto alométrico en el estudio y controlando de esta manera el efecto producido por la masa corporal (peso), obteniendo un valor corregido de longitud del intestino.

Aunque el número de ejemplares estudiados es relativamente bajo ($n = 10$) para establecer el régimen alimentario, con su análisis sólo se pretende dar una idea como es éste y llegar a posibles conclusiones. De hecho, podemos basarnos en otros estudios previos hechos en la misma zona. En el análisis del contenido de alimento del estómago de 10 ejemplares de *Eleginops maclovinus* de entre 351-400 mm de L.E, no se observa lo señalado por Turner (1988), quién encontró un consumo preferente de *Hemigrapsus crenulatus* en los “róbalos” con tallas superiores a 350 mm de L.E. En todo caso, se produce la coincidencia al comprobar que se trata de crustáceos.

Según Gosztonyi (1979), en el “róbalo” no se encontró una variación correlacionable en forma evidente de la longitud del intestino con la talla, e indica en principio una isometría en el crecimiento del intestino, lo cual no es observado en este estudio, en el cual se realiza un análisis de varianza de una vía, utilizando como factor las diferentes clases de talla y como variable respuesta los valores de índice intestinal.

Si bien se encuentran diferencias al analizar el índice intestinal entre las clases de talla, contraponiéndose a lo dicho por Gosztonyi (1979), al realizar un análisis de covarianza no se encuentran diferencias significativas en la longitud del intestino entre las diferentes clases de talla, pero no se acepta el principio de isometría propuesto por Gosztonyi (1979) ya que ello involucra un crecimiento en el que la longitud del intestino en las diferentes clases de talla mantiene sus proporciones relativas. Los resultados obtenidos del análisis de covarianza nos permiten inferir que los animales de la clase de talla 1 (200-250 mm de L.E) presentan hábitos dietarios más herbívoros, con una disminución en el crecimiento de la longitud del intestino hacia la clase de talla 3, los cuales incorporan en su dieta mayor cantidad de material animal por sobre el material vegetal, catalogándolos como animales más carnívoros (Gráfico 5). En la clase de talla 4 y 5 se concluye que, a pesar de experimentar un aumento en el crecimiento de la longitud del intestino (que es menor), se trata de un animal que consume gran cantidad de material animal, pero a la vez incorpora un poco más de material de baja calidad energética (algas, y material inorgánico), haciéndolos menos carnívoros que la clase de talla 3.

En el estudio se puede apreciar que la relación existente entre los 2 tipos de musculatura: musculatura blanda, involucrada en los procesos de absorción del alimento y la musculatura dura, que tiene relación con la trituración del alimento, es muy estrecha con la longitud total del intestino. La longitud total del intestino se ve disminuida cuando aumenta la proporción de musculatura dura, lo cual a su vez, denota según lo observado una menor

cantidad de alimento digerible en el intestino. Cuando se presenta una mayor proporción de musculatura blanda, la longitud del intestino se ve incrementada, ya que hay un aumento del diámetro del lumen intestinal y largo del intestino, favoreciendo el aumento de la superficie de absorción de los pliegues intestinales (Tablas 2, 3, 4, 5 y 6).

Los resultados obtenidos apoyan lo dicho por Angelescu y Gneri (1949), quienes señalan que la longitud relativa del intestino varía con la edad y las condiciones alimentarias, pero no se manifiesta en el estudio la disminución de la longitud relativa del intestino con la edad (clases de talla), como fue lo propuesto por ellos.

Se pone de manifiesto lo propuesto por la Teoría de Digestión Óptima (Sibly, 1981) (Gráfico 5), en la cual los animales que consumen ítems alimentarios de baja calidad energética (material inorgánico y vegetal), poseen un tracto digestivo más largo que aquellos que consumen alimentos de alta calidad energética (material animal) (Benavides *et al.* 1994); todo esto basado en los antecedentes aportados por los estudios de Gosztonyi (1979), Pequeño (1979), Acevedo (1994) y Pavés *et al.* (2005).

Conclusiones.

Eleginops maclovinus es un animal de comportamiento alimentario omnívoro, con un amplio espectro dietario, lo cual ha sido registrado en la literatura y corroborado con observaciones complementarias de este estudio.

Lo observado en este estudio se ajusta a lo propuesto por la Teoría de Digestión Óptima (Sibly, 1981).

Los individuos de la clase de talla 4, entre 351-400 mm de L.E presentan en su estómago e intestino principalmente, presas del Filum Arthropoda, Subfilum Crustacea, las especies *Pterygosquilla armata*, *Neotrypaea uncinata*, *Pinnixa valdiviensis*, junto a la

presencia de restos de algas, y de otros vegetales (plantas terrestres) que se depositan sobre el fondo del estuario.

Existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en el índice intestinal entre las clases de talla, no existiendo isometría en el crecimiento del intestino, las clases de talla 4 y 5, difieren de la clase de talla 3.

En este estudio se concluye que no existen diferencias significativas en la longitud del intestino de *Eleginops maclovinus* a lo largo de su ontogenia, aunque este experimenta cambios que se denotan en que el animal presente diferentes comportamientos alimentarios, que se observan claramente en el gráfico 5, no aceptándose la isometría descrita por Gosztonyi (1979).

REFERENCIAS

Acevedo, A. M. (1994). Comparación de la alimentación de *Eleginops maclovinus* (Valenciennes, 1830), en base a muestreos de 1974 y 1991 para la zona de Mehuín, Chile. (Teleostomi, Nototheniidae). Tesis de grado para optar al grado de Licenciado en Biología Marina. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 91 pp.

Angelescu, V. y Gneri, F. (1949). Adaptaciones del aparato digestivo al régimen alimenticio en algunos peces del Río Uruguay y del Río de la Plata. Revista del Instituto Nacional de las Ciencias Naturales. Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". 1(16): 272pp.

Balushkin, A. V. (1993). Classification, Phylogenetic relationships, and origins of the Families of the Suborden Notothenioidei (Perciformes). Journal of Ichthyology. 32(7): 90-110.

Benavides, A., Cancino, J., Ojeda, F. (1994). Ontogenic change in gut dimensions and macroalgal digestibility in the marine herbivorous fish, *Aplodactylus punctatus*. Functional Ecology 8: 46-51.

Bond, C. E. (1996). Biology of fishes. Second Edition. Saunder College Publishing, Philadelphia.

De Groot, S. J. (1969). Digestive system and sensorial factors in relation to feeding behaviour of flatfishes (Pleuronectiformes). J Cons, Cons Perm Int Explor Mer 32: 385-394.

Emery, A. R. (1973). Comparative ecology and functional osteology of fourteen species of damselfish (Pisces: Pomacentridae) at Alligator Ref., Florida Keys, Bull Mar Sci 23: 649-770.

Garth, S. J. (1957). The Crustacea Decapoda Brachyura of Chile. Allan Hancock Foundation. University of Southern California. Los Angeles, California. 127 pp.

Gosztanyi, A. (1979). Biología del "róbalo" *Eleginops maclovinus* (Cuv. y Val., 1830). Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Buenos Aires, 129pp.

Guzmán, L. y Campodónico, I. (1973). Algunos aspectos de la biología de *Eleginops maclovinus* (Cuv. y Val., 1830), con especial referencia a su morfometría, características merísticas y alimentación. Anales del Instituto de la Patagonia, 4(1-3): 343-371.

Horn, M. H. (1989). Biology of marine herbivorous fishes. Oceanography and Marine Biology Annual Review 27: 167-272.

Nikolski, C. V. (1963). The ecology of fishes. Academic press, London-New York. 352 pp.

Ojeda, F. P. (1986). Morphological Characterization of the Alimentary Tract of Antarctic Fishes and Its Relation to Feeding Habits. Polar Biology 5: 125-128.

Pavés, H., Pequeño, G., Bertrán, C. y Vargas, L. (2005). Limnetic feeding in *Eleginops maclovinus* (Valenciennes, 1830) in the Valdivia river, Chile (Osteichthyes: Eleginopidae); Interciencia, 30(3): 120-126.

Pequeño, G. (1979). Antecedentes alimentarios de *Eleginops maclovinus* (Valenciennes, 1830) (Teleostomi: Nototheniidae), en Mehuín, Chile. *Acta Zoológica Lilloana*, 35: 207-230.

Ruppert, E. and Barnes, R. (1994). *Invertebrate Zoology*. Sixth Edition. Saunders College Publishing. 1056 pp.

Sibly, R. M. (1981). Strategies of digestion and defecation. *Physiological Ecology: An Evolutionary approach to Resource Use* (eds). Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Turner, A. (1988). Relaciones tróficas de 2 especies bentófagas, *Cauque mauleanum* (Steindachner, 1902) y *Eleginops maclovinus* (Valenciennes, 1830) (Pisces: Osteichthyes) en el estuario del Río Queule (IX Región, Chile). Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias con mención en Zoología, 73 pp. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

Voronina, E. P. and Balushkin, A. V. (1998). Morphological Features of the Digestive Tract in Four Genera of Notothenioid Fishes (Nototheniidae). *Journal of Ichthyology* 38 (9): 781-788.

Zar, H. J. (1999). *Bioestatistical Analysis*. Fourth Edition. Prentice Hall International, Inc. 663 pp.