

**INIDEP**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO PESQUERO

INFORME DE INVESTIGACIÓN

Número

0087

Páginas

012

Fecha de aprobación

18 FEB 2015

Dirección

DIRECCIÓN DE PESQUERIAS DEMERSALES

Programa / Gabinete

Pesquerías de Peces Demersales, Australes y Subantárticos

Actividad

AUST-42

ANÁLISIS EXPLORATORIO BASADO EN CARACTERES MORFOLÓGICOS Y EN LANDMARKS EN TRES ESPECIES DE GRANADEROS DE LA FAMILIA MACROURIDAE: *Caelorinchus fasciatus*, *Macrourus holotrachys* y *Macrourus carinatus*

Se analizaron en total 244 especímenes de *Caelorinchus fasciatus*, *Macrourus holotrachys* y *Macrourus carinatus* utilizando los landmarks o puntos anatómicos para su separación. Se emplearon 15 variables morfométricas para la identificación de cada especie las cuales fueron ajustadas considerando la relación de alometría linealizada eliminando el efecto del tamaño. Para cada variable morfométrica y para cada especie se contrastó la hipótesis nula de igualdad de pendientes y se efectuó un Análisis de Componentes Principales (ACP). Los resultados de comparación de pendientes obtenidos concluyeron que la mayor diferencia desde el punto de vista morfométrico se presentó entre los individuos *C. fasciatus* y *M. carinatus*. El Análisis de Componentes Principales, sin embargo, mostró dificultad para la diferenciación. No obstante, algunas diferencias fueron detectadas entre las especies del género *Caelorinchus* y *Macrourus* las cuales estarían dadas principalmente en la morfología de la región cefálica y anterior del cuerpo. Entre las dos especies de granaderos grandes (*M. holotrachys* y *M. carinatus*) las diferencias se hallarían restringidas a la porción anterior de la cabeza y más específicamente en la región orbital. El resultado del análisis de la relación longitud-peso entre pares de especies mostró diferencias entre las especies *C. fasciatus* vs *M. carinatus*.

Citar Indicando la fuente. El contenido no debe ser reproducido total o parcialmente sin la expresa conformidad del INIDEP

Institución

Giussi, Analía R.

Cargo

Jefe de Programa

SOLICITADO POR**PREPARADO POR**

Firma:

Nombre: JEREZ, BEATRIZ

Firma:

Nombre: RAUL
HERNANDEZ, DANIEL**APROBADO POR**

Jefe de Programa / Gabinete

Director de área

LIC. PATRICIA A. MARTINEZ

A/C Dirección
Pesquerías DemersalesDr. OTTO G. WÖHLEH
DIRECTORDirector Nacional de Investigación
INIDEP

Director del INIDEP



Análisis exploratorio basado en caracteres morfológicos y en *landmarks* en tres especies de granaderos de la Familia Macrouridae: *Caelorinchus fasciatus*, *Macrourus holotrachys* y *Macrourus carinatus*

Beatriz Jerez y Daniel R. Hernández

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero Mar del Plata-Argentina

Introducción

El Orden Gadiformes se caracteriza por la diversidad de ambientes en el cual habita además de agrupar a numerosas especies de importancia comercial del Mar Argentino. Al mencionado Orden pertenece la familia Macrouridae, la más numerosa del grupo, con más de 300 especies, agrupadas en 34 Géneros (Cohen *et al.* 1990), cuyos peces son conocidos con el nombre vulgar de granaderos. Éstos se encuentran adaptados a vivir en aguas profundas. En su mayoría son meso-batipelágicos y se hallan entre los 200 y 2000 m de profundidad (Cousseau, 1993) y su biología se halla poco estudiada.

Estos peces de amplia distribución geográfica en aguas del Atlántico, se han registrado desde el norte de Brasil, hasta las Islas Malvinas y las Islas Georgias del Sur. Según Iwamoto (1978), Iwamoto y Geistdoerfer (1985) y Cohen *et al.* (1990); también se encuentran presentes en aguas de Australia, Nueva Zelanda y África.

Los granaderos no tienen una pesquería dirigida sino que forman parte de la captura incidental de diferentes especies de importancia comercial en caladeros situados al sur de los 52° S. Los registros máximos de captura alcanzaron 31.000 t en 1984 y 10.000 t en el año 2000. En la actualidad, los buques arrastreros congeladores y factoría obtienen del total el 88% de las capturas y los palangreros el 10% (Giussi *et al.*, 2010).

Para este estudio se analizaron tres especies, *Macrourus holotrachys*, *Macrourus carinatus* y *Caelorinchus fasciatus*. Esta última es la más frecuente y es la especie conocida como granadero chico, mientras que las otras dos son designadas vulgarmente como granadero grande. En el área cubierta por las campañas de investigación, hay registros de otros granaderos pero su captura es ocasional o nula.

En cuanto a la batimetría *Caelorinchus fasciatus* se encuentran a profundidades de 400 a 800 metros; en el Canal de Beagle, fueron capturados a menos de 50 metros de profundidad (Cousseau y Perrotta, 2004) mientras que *Macrourus holotrachys* y *Macrourus carinatus* según Tomo (1981) se hallan entre los 620 a 1360 metros.

Debido a la semejanza que poseen estas tres especies son motivo de confusión y por lo tanto muchas veces son identificadas erróneamente por tal razón se propone en este estudio, a modo de carácter exploratorio, la utilización de *landmarks* para su discriminación.

Materiales y métodos

Para efectuar la descripción del material examinado y facilitar la identificación de las especies analizadas, se consultaron fundamentalmente dos trabajos, Cousseau (1993) y *FAO Species Catalogue* (Cohen *et al.* 1990).

Se analizaron un total de 244 individuos provenientes de campañas de investigación los cuales fueron capturados entre los 41° y 48° S y los 57° y 64 ° W (Tabla 1).



Tabla 1. Especies analizadas, identificación de la campaña de investigación con número de lance, posición geográfica, latitud (S) y longitud (W), y número de ejemplares analizados.

Especie	Campaña	Nº lance	Latitud (S)	Longitud (W)	Nro ejemplares
<i>Coelorinchus fasciatus</i>	EH/02/12	71	46°33′	60°19′	12
	EH/03/12	47	52°56′	64°03′	34
	EH/03/13	11	46°19′	60°22′	105
		10	46°57′	61°11′	21
<i>Macruorinus holotrachys</i>	EH/01/11	15	41°24′	57°22′	26
	EH/02/12	71	46°33′	60°19′	6
<i>Macrourus carinatus</i>	EH/01/11	15	41°24′	57°22′	44
		71	46°33′	60°19′	26
	EH/02/12	34	48°11′	61°47′	75

La identificación de cada especie se realizó siguiendo la descripción de las mismas según *FAO species catalogue. Gadiform fishes of the world (Order Galliformes)*. En algunos ejemplares de *M. holotrachys* y *C. fasciatus* también se observaron en lupa las escamas para confirmar la especie. De cada individuo se tomaron los siguientes datos peso (g), longitud (cm o mm), sexo y estadio gonadal; además se guardaron los contenidos estomacales y otolitos para ser procesados en estudios futuros.

Las variables morfométricas fueron ajustadas considerando la relación de alometría linealizada a partir de la transformación logarítmica. El valor ajustado se estableció eliminando el efecto del tamaño. Para cada variable morfométrica se contrastó la hipótesis nula de igualdad de las pendientes para cada especie a partir de un test *F* (Zar, 1996). Se efectuó un Análisis de Componentes Principales (ACP), considerando la matriz de correlación a partir de los valores de las variables morfométricas ajustadas y a los efectos de poder visualizar gráficamente las diferencias entre las especies.

Análisis morfológico

Del total de 19 variables morfométricas seleccionadas (Tabla 2), 16 se utilizaron para reconstituir geométricamente el cuerpo de acuerdo a Bookstein (1985). Las mediciones se realizaron con calibre Mitutoyo con una precisión de 0,05 mm.

Debido a la presencia de la carena cefálica, en los ejemplares de *M. holotrachys* y *M. carinatus*, no pudo ser considerada la longitud de la cresta supraoccipital a la inserción de la aleta pélvica (Variable 10) en estos ejemplares. Las variables longitud del inicio de la dorsal a la inserción de la aleta pélvica (variable 16) y longitud del final de la aleta dorsal a la pélvica (17) fueron desechadas porque no pudieron ser registradas en todos los ejemplares debido al mal estado de conservación de muchos de ellos.



Tabla 2. Mediciones morfométricas tomadas en los ejemplares de granaderos analizados basados en *landmarks*. * Variables excluidas del análisis.

	Variables morfométricas
1	Longitud total
2	Longitud de la cabeza
3	Longitud pre-orbital
4	Longitud post-orbital
5	Diámetro del ojo (orbitario).
6	Longitud de la mandíbula.
7	Longitud del extremo del hocico al extremo posterior de la narina
8	Longitud del extremo del hocico al extremo posterior del ángulo articular
9	Longitud del extremo posterior de la narina al ángulo articular
10*	Longitud de la cresta supraoccipital a la inserción de la aleta pélvica
11	Longitud del inicio de la primera dorsal al extremo posterior del ángulo articular
12	Longitud de la base de la primera aleta dorsal
13	Longitud de la inserción de la aleta pélvica al inicio de la aleta anal
14	Longitud del final de la primera aleta dorsal al inicio de la aleta pélvica
15	Longitud del inicio de la primera aleta dorsal a la inserción de la aleta anal
16*	longitud del inicio de la dorsal a la inserción de la aleta pélvica
17*	longitud del final de la aleta dorsal a la pélvica
18	Longitud del final de la primera aleta dorsal al extremo del cuerpo
19	Longitud del inicio de la aleta anal al extremo del cuerpo

Se consideró la relación alométrica entre cada variable morfométrica y la longitud total de cada individuo, que denominaremos Modelo 1, dado por:

$$Y = a LT^b \quad (1)$$

siendo Y cualquiera de las variables morfométricas consideradas y LT la longitud total

La relación (1) se expresó en su forma linealizada a partir del logaritmo de las variables, denominado Modelo 2,

$$\ln(Y) = \ln(a) + b \times \ln(LT) \quad (2)$$

Para eliminar el efecto del tamaño sobre cada variable morfométrica, se calcularon los valores ajustados, definidos como:

$$\ln(Y)_{aj} = \ln(Y) - b \times (\ln(LT) - \overline{\ln(LT)}) \quad (3)$$

De esta forma los valores de las variables morfométricas ajustadas son independientes de la longitud total de los individuos permitiendo la comparación entre las tres especies. La única condición para este análisis es que el parámetro de alometría, b (pendientes de las rectas dadas en la expresión (2)), sea el mismo para todos los individuos considerados.

Por lo tanto, para cada variable morfométrica, entre las tres especies, se compararon las pendientes según expresión (2) a partir de un *test F* (Zar, 1996).

Cuando el *test* de comparación de pendientes mostró diferencias estadísticamente significativas, se procedió a comparar las mismas entre cada par de especies, usando también el *test F* efectuando la corrección de Bonferroni sobre el nivel de significación, a los efectos de mantener el nivel de significación global controlado al realizar las comparaciones múltiples. Si el *test* (ya sea en el *test* global de comparación de las tres especies, como el *test* de comparación de a pares de especies) determinó que las diferencias observadas entre las pendientes de las tres especies no eran estadísticamente significativas se efectuó un análisis de covarianza (Zar, 1996).

Para aquellas variables morfométricas que mostraron homogeneidad de pendientes y heterogeneidad de ordenadas se calcularon los valores ajustados de acuerdo a la expresión (3) y se efectuó un análisis de covarianza.

Para la comparación de los valores ajustados se procedió a utilizar un MANOVA (Mardia *et al.*, 1979).

Se consideró un Análisis de Componentes Principales, ACP (Diday *et al.*, 1982) y para visualizar las diferencias en las variables ajustadas entre las especies se efectuaron las proyecciones de los vectores-individuos.

Por último, se consideró la relación longitud peso para cada especie, dada también por la ecuación (1), siendo en este caso $Y = \text{Peso}$ y considerando la ecuación linealizada (2) se compararon los coeficientes b entre pares de especies. Para aquellos casos en los que se obtuvo homogeneidad de los coeficientes b , se procedió a efectuar un análisis de covarianza.

RESULTADOS

Descripción morfológica de las tres especies de granaderos

En términos generales existen caracteres externos distintivos por medio de los cuales se pueden identificar a primera vista las tres especies, ellos son las bandas verticales del cuerpo, la presencia de un corto barbillón en la mandíbula inferior, el órgano luminoso ubicado en la parte anterior del ano, y las escamas con hileras de espinas en la cabeza. Además, por su tamaño también se pueden diferenciar entre granadero grande y granadero chico que es el más frecuente.

Si bien los caracteres que separan estas tres especies son numerosos, sólo se detallan las características más evidentes que se tuvieron en cuenta en el momento de su clasificación para la asignación de la especie.

Coelorhynchus fasciatus, conocido también como granadero chico, la característica más sobresaliente en esta especie, es la presencia de una serie de bandas verticales más oscuras en el tronco, Figura 1.

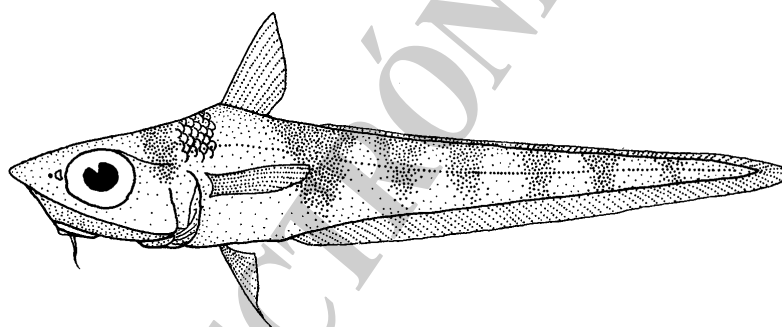


Figura 1. *Coelorhynchus fasciatus* (Günther, 1878) tomado de *FAO Species Catalogue*.

La coloración del cuerpo es pardo claro, la cavidad abdominal ventral y lateralmente es azulada color que se torna más intenso a la altura del órgano luminoso el cual se encuentra ubicado por delante del ano. Las aletas son negruzcas y las pectorales y ventrales sobrepasan la longitud preanal. Los ejemplares de esta especie alcanzan una longitud máxima de 40 cm.

La cabeza es robusta, ojos grandes, boca en posición ventral, relativamente pequeña. Presenta un corto barbillón, que es una prolongación de la piel en la mandíbula inferior; el cual es un órgano sensorial. Las mandíbulas poseen dientes muy pequeños.

Otra característica importante a tener en cuenta en esta especie son las escamas las cuales son más grandes en la cabeza que en el resto del cuerpo las cuales presentan hileras de espinas orientadas hacia la cola; esta característica es palpable desde la región caudal a la región cefálica.

La primera dorsal se inicia por detrás de las pectorales, el segundo radio es liso y más alto que el resto. La segunda dorsal es muy baja, y se continúa con la anal, que es más alta y de base más amplia. Las ventrales se insertan por detrás de las pectorales y ambas sobrepasan el ano.

Macrourus holotrachys o granadero grande. El carácter externo distintivo de esta especie se encuentra en la cabeza que se caracteriza por la presencia de una hilera central de espinas fuertes bien marcadas las cuales constituyen lo que se denomina carena cefálica. También se

distinguen otras hileras de espinas laterales pero son más débiles. La región ventral de la cabeza en su totalidad o enteramente no presenta escamas, Figura 2.

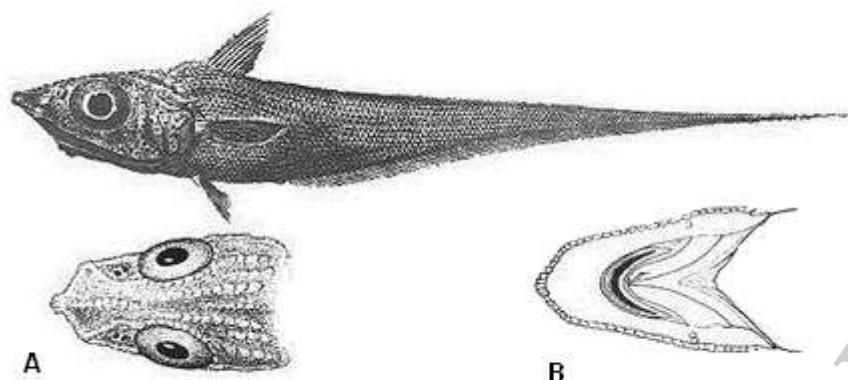


Figura 2. *Macrourus holotrachys* (Günther, 1878) Tomado de *FAO Species Catalogue*
A-Vista dorsal de la cabeza donde se observa el detalle de la carena cefálica, B -Vista ventral de la cabeza sin escamas.

Posee ojos muy grandes, el espacio interorbitario es pequeño y la distancia del mismo equivale a la mitad del diámetro del ojo. La boca es grande y ambas mandíbulas presentan dientes pequeños. Esta especie posee barbillón pero más corto.

En cuanto a las características del cuerpo es más robusto en la parte anterior y se adelgaza en sentido dorsoventral. Las aletas ventrales y pectorales se observan a la misma altura. Estos granaderos grandes presentan un color pardo oscuro uniforme

Macrourus carinatus también es conocido con el nombre vulgar de granadero grande, Figura 3. Los caracteres distintivos observados para esta especie son similares a los descritos en *M. holotrachys*. La principal diferencia se presenta en la cabeza con una hilera central de espinas débiles la cual forman una carena cefálica menos pronunciada. Otra característica importante es en la región ventral de la cabeza la cual presenta escamas y faltan únicamente en el hocico. También posee barbillón pero es algo menor que en *M. holotrachys*,

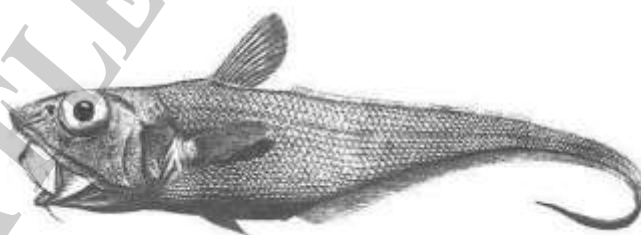


Figura 3. *Macrourus carinatus* (Günther, 1878), Tomado de *FAO Species Catalogue*.

La cabeza es grande al igual que la boca donde se observan dientes pequeños. La coloración es pardo uniforme en su totalidad pero las aletas son negruzcas

Ambas especies *M. holotrachys*. y *M. carinatus* alcanzan una talla máxima de 55-60 cm aunque existen registros de captura de ejemplares de hasta 70 cm de longitud.



Análisis morfológico

Los resultados obtenidos en relación a la comparación lineal, a partir del modelo (2), de las variables morfométricas consideradas evidenciaron, para algunas de las variables consideradas, valores de las pendientes, b , significativamente diferentes a 1 (Tabla 3), por tanto y para éstas variables se concluye que la relación alométrica estaría originada por cambio de forma a lo largo del proceso de crecimiento. Del total, el 40% mostró algún tipo de alometría, un 18% alometría positiva y 22% alometría negativa. *M. carinatus* y *M. holotrachys* revelaron, aproximadamente, un 47% de alometría, mientras que *C. fasciatus* fue algo menor, un 33% de alometría.

Sólo tres variables, longitud de la cabeza (2) longitud del extremo del hocico al extremo posterior de la nariz (7) y la longitud inicio de la aleta anal al extremo del cuerpo (19) mostraron homogeneidad de pendientes entre las tres especies analizadas. Por otra parte, teniendo en cuenta que las ordenadas correspondientes a la variable longitud de la cabeza resultaron ser homogéneas ($P = 0,490934$) entre las tres especies; esta variable demostró ser indistinguible desde el punto de vista morfométrico (pendientes y ordenadas homogéneas). A su vez, el análisis de covarianza determinó diferencias estadísticamente significativas entre las ordenadas para las variables 7 ($P = 0,001536$) y 19 ($P = 0,000340$).

Tabla 3: Pendientes de la relación (2), para cada variable y cada especie. Valores de probabilidad P del test F de comparación de pendientes entre las tres especies. Los valores en negrita indican: en el caso de las pendientes diferencias estadísticamente significativas con respecto a la hipótesis de isometría $b = 1$ en el caso de las probabilidades, P , diferencias estadísticamente significativas en el test de comparación de pendientes entre especies, indicando heterogeneidad de las mismas.

Variable	<i>C. fasciatus</i>	<i>M. carinatus</i>	<i>M. holotrachys</i>	P
2	1,0062	0,9734	1,0384	0,722550
3	0,8964	1,0803	1,0121	0,036970
4	0,9995	0,7517	0,9069	0,000079
5	1,0568	0,4381	0,5395	0,000000
6	1,1799	1,4273	0,6243	0,000469
7	0,9648	1,0525	1,0138	0,550097
8	0,9902	0,8284	0,6168	0,020103
9	1,1495	0,9427	0,6417	0,007525
11	1,1980	0,9805	1,0659	0,004973
12	1,1479	0,8543	1,0985	0,015109
13	2,0554	1,1035	1,3131	0,000000
14	0,2786	0,8834	1,6096	0,000000
15	1,2074	1,0603	1,3570	0,021650
18	0,9761	1,1217	1,0003	0,001975
19	0,9780	1,0502	0,9240	0,216100

El paso siguiente para el análisis de las variables morfométricas fue efectuar un test de comparación de pendientes de a pares entre las tres especies. Al comparar las diferencias de pendientes entre ellas se obtuvieron 12 casos de homogeneidad de pendientes entre *C. fasciatus* vs *M. carinatus*. Idéntico resultado fue el obtenido al comparar *C. fasciatus* vs *M. holotrachys*, mientras que en la comparación entre *M. carinatus* vs *M. holotrachys* fueron detectados 13 casos de homogeneidad de pendientes. En la Tabla 4 se muestran los valores de probabilidad, P , correspondientes a los test de comparación de pendientes entre pares de especies ($\alpha = 0,05$). En aquellos casos en los que se obtuvo homogeneidad de pendientes, también se presentan los valores de probabilidad correspondientes al análisis de covarianza efectuado para comparar las ordenadas del Modelo 2 (o equivalentemente los parámetros de escala, a , del Modelo 1).

En esta comparación se puede observar para el par *C. fasciatus* vs *M. carinatus* las variables longitud de la cabeza (2) y longitud inicio aleta anal al extremo del cuerpo (19) son indistinguibles. Para las especies *C. fasciatus* vs *M. holotrachys* son indistinguibles 5 variables (2,



3, 7, 13,18) de las 15 analizadas. Mientras que para el par *M. carinatus* vs *M. holotrachys* fueron indistinguibles 7 variables (2, 4, 9, 11, 12 13,18) de las 15 analizadas.

Tabla 4: Valores de probabilidad, *P*, para la comparación de las pendientes del modelo (2), considerando las especies de a pares y valores de probabilidad, *P*, para la comparación de ordenadas en los casos en los que las pendientes resultaron homogéneas.

Variable	Parámetro	<i>C. fasciatus</i> vs <i>M. carinatus</i>	<i>C. fasciatus</i> vs <i>M. holotrachys</i>	<i>M. carinatus</i> vs <i>M. holotrachys</i>
2	<i>b</i>	0,521590	0,816759	0,497421
	<i>a</i>	0,598271	0,235616	0,283236
3	<i>b</i>	0,010524	0,538114	0,664330
	<i>a</i>	---	0,803631	0,032269
4	<i>b</i>	0,000022	0,557078	0,162847
	<i>a</i>	---	0,003747	0,071776
5	<i>b</i>	0,000000	0,042585	0,502718
	<i>a</i>	---	0,000108	0,000092
6	<i>b</i>	0,014757	0,031336	0,000225
	<i>a</i>	---	---	---
7	<i>b</i>	0,292542	0,799058	0,837665
	<i>a</i>	0,009004	0,541549	0,015033
8	<i>b</i>	0,022779	0,037909	0,204588
	<i>a</i>	---	0,000026	0,006946
9	<i>b</i>	0,015676	0,026974	0,091508
	<i>a</i>	---	---	0,054186
11	<i>b</i>	0,001785	0,437426	0,543785
	<i>a</i>	---	0,022915	0,758406
12	<i>b</i>	0,004152	0,865526	0,253615
	<i>a</i>	---	0,003341	0,659433
13	<i>b</i>	0,000000	0,107758	0,288033
	<i>a</i>	---	0,069693	0,135125
14	<i>b</i>	0,000000	0,000009	0,002538
	<i>a</i>	---	---	---
15	<i>b</i>	0,024664	0,307861	0,055436
	<i>a</i>	---	0,000000	0,001041
18	<i>b</i>	0,000732	0,776374	0,237709
	<i>a</i>	---	0,189672	0,088844
19	<i>b</i>	0,136036	0,548487	0,302524
	<i>a</i>	0,370714	0,018345	0,000245

Para las variables que mostraron homogeneidad de pendientes y heterogeneidad de ordenadas, se calcularon los valores ajustados dados en la expresión (3). Los vectores de valores ajustados promedios fueron comparado entre especies considerando un MANOVA y expresaron diferencias estadísticamente significativas al comparar los pares *C. fasciatus* vs *M. holotrachys* y *M. carinatus* vs *M. holotrachys* (Tabla 5).

Tabla 5: Valores de probabilidad del test MANOVA, para la comparación de los vectores medios de las variables morfométricas ajustadas, entre las especies *C. fasciatus* vs *M. holotrachys* y *M. carinatus* vs *M. holotrachys*

Especies	Variables morfométricas	P
<i>C. fasciatus</i> vs <i>M. holotrachys</i>	4,5,8,11,12,15,19	0,000000
<i>M. carinatus</i> vs <i>M. holotrachys</i>	3,5,7,8,15,19	0,005545

A partir de los valores de las variables morfométricas ajustadas y a los efectos de poder visualizar gráficamente las diferencias entre especies, se efectuó un Análisis de Componentes Principales (ACP), considerando la matriz de correlación.

Al comparar *C. fasciatus* vs *M. holotrachys* (Figura 4, gráfico de la derecha), esta última especie tiende a ubicarse claramente a la derecha del primer eje con valores positivos de la componente C_1 , lo que indica, según el círculo de correlación correspondiente que para una longitud dada las variables 4, 5, 8, 11, 12 y 15, tienen tendencia a tomar valores menores en el granadero grande. En relación a la variable 19 sucede lo contrario.

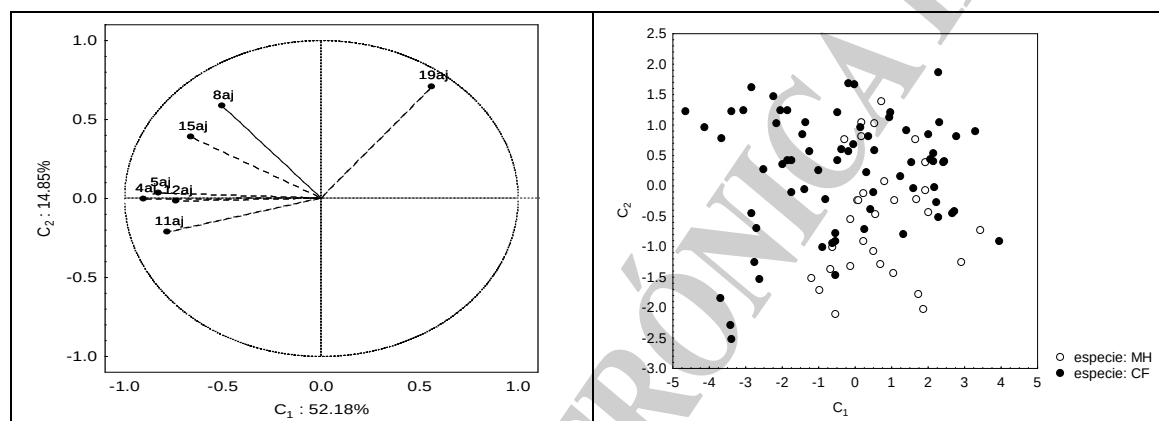
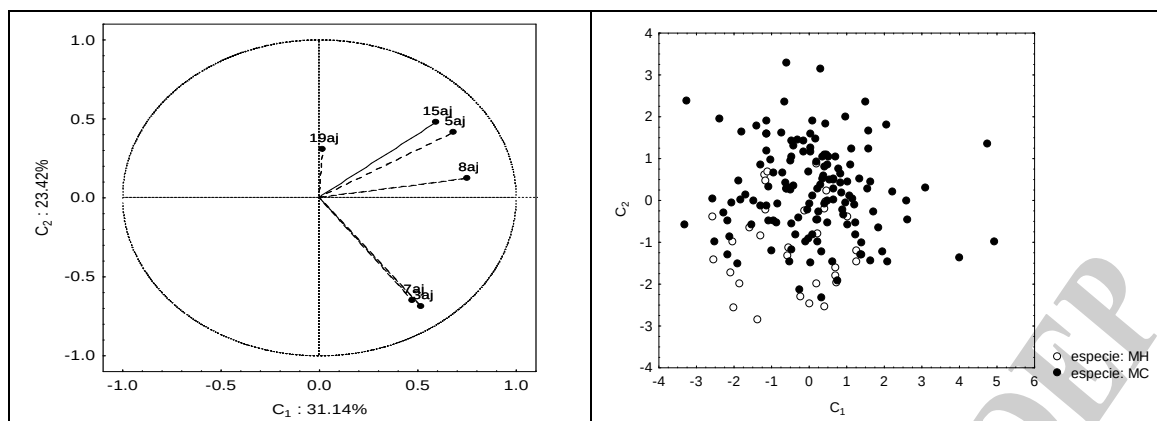


Figura 4. Círculos de correlación correspondientes a la graficación de las variables (izquierda) y representación de los individuos en el plano principal de las dos primeras componentes, C_1 - C_2 (derecha) para la comparación de *M. holotrachys* vs *C. fasciatus*.

Con respecto a la comparación *M. holotrachys* vs *M. carinatus*, la especie *M. holotrachys* tiene tendencia a tomar valores negativos de la componente C_1 y esto indica, teniendo en cuenta el círculo de correlación correspondiente (Figura 5, gráfico de la izquierda) que las variables 5, 8 y 15 tienden a ser menores en *M. holotrachys* que en *M. carinatus*, para una longitud dada. Por otra parte, *M. holotrachys* también tiene tendencia a ubicarse en el plano principal C_1 - C_2 , tomando valores negativos de la componente C_2 y de acuerdo al círculo de correlación esto indica una tendencia a tomar valores mayores de las variables 3 y 7 para una longitud dada. Con respecto a la variable 19, la misma se encuentra representada en el eje C_3 , teniendo una correlación igual a 0,9150 con este eje.

Como se puede ver en las Figuras 4 y 5, para las especie *C. fasciatus* y *M. carinatus* la tendencia mostrada en los gráficos no es tan clara, ya que los puntos correspondientes a los individuos están dispersos en los planos principales C_1 - C_2 , tanto para la comparación *C. fasciatus* vs *M. holotrachys* como para *M. holotrachys* vs *M. carinatus*. Esta circunstancia dificulta la diferenciación de las especies a partir de las variables morfométricas consideradas.

Figura 5. Círculos de correlación correspondientes a la graficación de las variables (izquierda) y representación de los individuos en el plano principal de las dos primeras componentes, C_1 - C_2 (derecha) para la comparación de *M. holotrachys* vs *M. carinatus*



En resumen, las diferencias detectadas entre los granaderos grande y el chico estarían dadas principalmente en la morfología de la región cefálica y anterior del cuerpo. Entre las dos especies de granaderos grandes las diferencias se hallarían restringidas a la porción anterior de la cabeza y más específicamente en la región orbital.

La comparación de los coeficientes b de la relación longitud-peso determinó diferencias estadísticamente significativas ($P=0,000311$) entre las especies (Tabla 6).

Tabla 6. Valores de los coeficientes b y desvío estándar de la relación longitud-peso en las tres especies de granaderos

Especies	Coefficiente b	Desvío estándar
<i>C. fasciatus</i>	3,3890	0,1857
<i>M. carinatus</i>	2,6090	0,1065
<i>M. holotrachys</i>	2,7647	0,3584

Para establecer las diferencias se procedió entonces a la comparación de los coeficientes b entre los pares de especies. Esto determinó diferencias significativas sólo entre las especies *C. fasciatus* vs *M. carinatus* ($P=0,000093$). Por otra parte, para las especies *C. fasciatus* y *M. holotrachys* ($P=0,238016$) y *M. carinatus* y *M. holotrachys* ($P=0,692171$) las diferencias resultaron no significativas. Además, en estos dos últimos casos los coeficientes a no mostraron diferencias estadísticamente significativas para *C. fasciatus* vs *M. holotrachys* ($P=0,037294$) y para *M. carinatus* vs *M. holotrachys* ($P=0,096980$).

Conclusiones

Las semejanzas morfológicas para las tres especies de granaderos *M. carinatus*, *M. holotrachys* y *C. fasciatus*, incluidos en este trabajo han dificultado la separación entre ellas a partir de la utilización de *landmarks* para su identificación.

Teniendo en cuenta los resultados del test de comparación de pendientes, la mayor diferencia desde el punto de vista morfométrico se presentó entre los individuos *C. fasciatus* y *M. carinatus*.

El resultado del análisis de la relación longitud-peso entre pares de especies mostró diferencias entre las especies *C. fasciatus* vs *M. carinatus*. Sin embargo, resultó ser la misma entre *C. fasciatus* vs *M. holotrachys* y entre *M. carinatus* vs *M. holotrachys*.

El Análisis de Componentes Principales mostró dificultad para la diferenciación entre los granaderos. No obstante, algunas diferencias fueron detectadas entre las especies del género *Caelorinchus* y *Macrourus* las cuales estarían dadas principalmente en la morfología de la región cefálica y anterior del cuerpo. Entre las dos especies de granaderos grandes (*M. holotrachys* y *M. carinatus*) las diferencias se hallarían restringidas a la porción anterior de la cabeza y más específicamente en la región orbital.

Debido a la similitud existente entre las especies analizadas, para poder lograr un resultado definitivo y establecer si esta metodología es útil, se debería aplicar una nueva



herramienta de técnicas de procesamiento digital de imagen la cual mejora y facilita la colección de datos y es más efectiva al momento de la descripción de la forma del pez (Cadrin 2000, Cadrin & Friedland, 1999, MacLeod, 1990; Rohlf, 1990).

Para estudios futuros se debería incrementar el número de ejemplares de *C. faciatus* y *M. holotrachys* ya que el tamaño muestral de *M. carinatus* superó ampliamente al de las otras dos especies. También se deberían incluir otras medidas, tales como distancia interorbitaria y la distancia preanal. Se deberían analizar los caracteres merísticos, para ello se recomienda la toma de datos en ejemplares no congelados debido a la fragilidad de los radios de las aletas. Además, sería de suma utilidad realizar el análisis morfométrico de los otolitos y de la osteología craneana, especialmente en las dos especies pertenecientes al género *Macrourus*

Bibliografía

- Bookstein, F.L., Chernof, B. Elder, R.L. Humpries, J.M. Smith, G. R. & Strauss. R.E. 1985. Morphometric in evolutionary biology: The geometric of size and shape change, with examples from fishes. Academy of Natural Science of Philadelphia, Special Publication 15, 277 pp.
- Cadrin, S.X. 2000. Advances in morphometric analysis of fish stock structure. Rev.Fish Biol. Fish., 10: 91-112.
- Cadrin, S.X. & Friedland, K.D. 1999. The utility of images processing techniques for morphometric analysis and stock identification. Fish. Res., 43: 129-139.
- Cohen, D.M.; Inada.T., Iwamoto, T., Scialabba, N. 1990. FAO species catalogue. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. FAO Fish. Synop. 125(10), 442 pp.
- Cousseau M.B. 1993. Las especies del orden Gadiformes del Atlántico Sudamericano comprendido entre 34° y 55° y su relación con las de otras áreas. Frente Marit. 13 (A): 7-108.
- Diday, E., Lamaire, J., Pouget, J. & Testu, F. 1982. Eléments d'Analyse de Données. Bordas, Paris, 464 pp.
- Iwamoto ,T & Geistdoerfer, P. 1985. Family Macrouridae. En FAO species identification sheets for fishery purposes Southem Ocean. En: Fisher, W. & Hureau, J.C.(Eds). CCAMLR Convention Area-Fishing Area 48, 58 and 88, 2: 288-301.
- Iwamoto,T. 1978. Easternpacific Macrouridae of the genus *Coelorhynchus* Giorna (Pisces, gadiforme) with description of a new species from Chile. Proc. Calif. Acad. Sci.,4, 41 (2): 307-337.
- Giussi, A.R.; Sanchez, M.F.; Wöhler, O.C. & Bernardele, J.C. 2010. Grenadiers (Pisces, Macrouridae) of the southwest Atlantic Ocean: biologic and fishery aspects. [Granaderos (Pisces, Macrouridae) del Océano Atlántico Sudoccidental: aspectos biológicos y pesqueros] Rev. Invest. Desarr. Pesq., 20: 19-33.
- MacLeod, 1990. Digital images and automated image analysis systems. En: Rohld, F.J. and Bookstein,F.L. (Eds). Proceedings of the Michigan Morphometric Workshop. Univ. Michigan Mus.Zool, Spec.Pub. 2: 21-36.
- Mardia, K.U., Kent, J.T. & Bibby, J.M. 1979. Multivariate Analysis. Academic Press, London, 521 pp.



- Rohlf, F.J. 1990. An overview of image processing and analysis techniques for morphometrics. In: Rohlf, F.J. and Bookstein, F.L. (Ed). Proceedings of the Michigan Morphometric Workshop. Univ. Michigan Mus. Zool, Spec. Pub. 2: 21-36.
- Strauss, R.E. & Bookstein F.L. 1982. The truss: body form reconstruction in morphometrics. Syst. Zool., 31: 113-135.
- Trunov, I.A. & Konstantinov V.V. 1986. *Macrourus carinatus* (Günther, 1878) and *M. holotrachys* Günther (Macrouridae) as separate species. Pro. Zool. Inst. Leningrad 153:125-135. (resumen en inglés).
- ZAR, J.H. 1996. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, New Jersey, 662 pp.

COPIA ELECTRÓNICA IDENTIFICADA