

Research Article

Identificación de rasgos morfológicos para una rápida diferenciación de sardina austral (*Sprattus fuegensis*) y sardina común (*Strangomera bentincki*)

Antonio Aranís¹, Gonzalo Muñoz¹, JC Quiroz^{1,2}, Rodrigo Wiff^{3,4}
Alejandra Gómez¹ & Mauricio A. Barrientos⁵

¹División de Investigación Pesquera, Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)
A. Blanco 839, Valparaíso, Chile

²Institute for Marine and Antarctic Studies (IMAS), University of Tasmania
Private Bag 49, Hobart, Tasmania 7001, Australia

³COPAS Sur-Austral, Departamento de Oceanografía. Universidad de Concepción
Barrio Univesitario S/N, Concepción, Chile

⁴Center of Applied Ecology and Sustainability (CAPES), Pontificia Universidad Católica de Chile
Av. Alameda 340, Santiago, Chile

⁵Instituto de Matemáticas, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Blanco Viel 596, Cerro Barón, Valparaíso, Chile

RESUMEN. La pesquería artesanal de cerco multiespecífica que opera en aguas interiores de Chiloé captura sardina común (*Strangomera bentincki*) y sardina austral (*Sprattus fuegensis*) al mismo tiempo y en la misma área. Debido a la gran similitud morfológica externa que presentan estas dos especies de peces óseos, la identificación específica en terreno es difícil, aún para observadores científicos experimentados. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es proponer cual o cuales rasgos morfométricos externos debiesen ser considerados para una rápida identificación de estas especies en terreno. Se analizaron 60 ejemplares de sardina común y 79 de sardina austral. Se identificaron los ejemplares a nivel de especie y se registraron las siguientes medidas: longitud total, longitud de la cabeza, preórbita, órbita y posórbita. Todas las medidas morfométricas fueron estandarizadas para evitar colinealidad. Las diferencias en las medidas morfométricas entre especies fueron probadas mediante métodos estadísticos multivariados que incluyen el análisis de componentes principales, análisis de varianza y covarianza (ANOVA y ANCOVA), análisis multivariado de covarianza (MANOVA) y análisis lineal discriminante. La medida posórbita fue el rasgo morfométrico que presentó mayor diferenciación entre especies. Se concluye que la medida de posórbita es por sí sola un carácter morfométrico externo que permitiría una rápida identificación de estas especies en terreno. Los resultados de esta investigación pueden ser tomados como línea base para la generación de guías de campo que apoyen el trabajo de identificación de especies de los observadores científicos.

Palabras clave: *Strangomera bentincki*, *Sprattus fuegensis*, identificación de especies, rasgos morfométricos, análisis multivariado, zona austral, Chile.

Identification of morphologic traits for a rapid differentiation of Patagonian sprat (*Sprattus fuegensis*) and Chilean herring (*Strangomera bentincki*)

ABSTRACT. The artisanal purse seiner multispecies fishery operating in the interior waters of Chiloé Island captures Chilean herring (*Strangomera bentincki*) and Patagonian sprat (*Sprattus fuegensis*) at the same time in the same area. These species have very similar external morphology, difficulting the species identification in the field, even for an experience scientific observer. Therefore, the aim of this work is to propose the external morphologic traits to be considered for a rapid identification of these species in the field. 60 specimens of Chilean herring and 79 Patagonian sprat were analyzed. Individuals collected were identified at the level of species and the following measurements were recorded: total length, head length, snout, eye orbital and post-orbital. Before the analysis, all measurements were standardized to avoid collinearity. Using multivariate statistics including principal component analysis, analysis of variance and covariance (ANOVA and ANCOVA), multivariate analysis of covariance (MANOVA) and linear discriminant analysis, we found that the post-orbital measurement is the morphological trait which shows the largest differentiation between species. We concluded that the post-orbital measurement is the single external morphological trait which enables a rapid identification

of these species in the field. The results of this research can be taken as a baseline analysis upon the generation of field guides, and thus, supporting the species identification by scientific observers.

Keywords: *Strangomera bentincki*, *Sprattus fuegensis*, species identification, morphometric traits, multivariate analysis, Chilean austral zone.

Corresponding author: JC Quiroz (Juan.QuirozEspinosa@utas.edu.au)

INTRODUCCIÓN

La pesca de pelágicos es altamente multiespecífica, donde diversas especies son capturadas durante la misma operación de pesca (Escribano *et al.*, 2003; Aranís *et al.*, 2011a). Esta multiespecificidad genera problemas asociados a la identificación y estimación de la proporción de especies en las capturas, que es relevante en la determinación de la mortalidad por pesca especie-específica para un adecuado manejo de los recursos pesqueros. En Chile, la pesquería de pequeños pelágicos es una de las actividades más importantes, tanto para el sector industrial como para el artesanal, destacando entre las principales especies capturadas la sardina común (*Strangomera bentincki*), anchoveta (*Engraulis ringens*), jurel (*Trachurus murphyi*), pejerrey de mar (*Odontesthes regia*) y recientemente sardina austral (*Sprattus fuegensis*). Esta última ha sido capturada como especie objetivo por la flota de cerco artesanal que opera en aguas interiores de Chiloé (41°30'–42°39'S, 72°30'–73°45'W), que tiene como puerto de desembarque las zonas de Calbuco y Chinquihue en la región de Los Lagos, Chile. Desde el año 2005, la proporción de sardina austral en las capturas artesanales se ha incrementado, inclusive ha sobrepasado las proporciones de sardina común (Aranís *et al.*, 2011b). Este incremento en las proporciones de captura, sumado a una elevada similitud morfológica entre la sardina común y la sardina austral, ha ocasionado deficiencias en los sistemas de monitoreo que intentan determinar la proporción de especies para cuantificar la captura y tomar posibles acciones de manejo (Aranís *et al.*, 2007, 2011a).

Aranís *et al.* (2007) realizaron una exhaustiva descripción de características morfológicas claves en sardina común y sardina austral concluyendo que, debido a sus similitudes corpóreas, las capturas más recientes de sardina austral han sido confundidas por sardina común. Sobre la base de las clasificaciones taxonómicas de Whitehead (1985) para pequeños clupeidos, Aranís *et al.* (2007) describieron al menos cuatro caracteres morfológicos que no se encuentran en la sardina común y que permitirían identificar la sardina austral. Estos rasgos están principalmente asociados a las características morfológicas de la cabeza: i) ausencia de una bulla timpánica (elevación sobre el piso de

la fosa pre-epiótica), ii) mandíbula inferior ligeramente proyectada, iii) dientes sobre la lengua y raramente sobre el vómer (si están presentes 1 o 2) y iv) vientre con quilla formada por escudetes óseos. Si bien estas diferencias morfológicas son suficientes para la identificación en condiciones de laboratorio, son inviables de cotejar durante los desembarques realizados en los puertos o durante las operaciones de pesca, incluso para observadores científicos altamente calificados (Aranís *et al.*, 2011b).

Aunque la calidad del monitoreo biológico de sardina austral se ha visto reforzado debido al rápido crecimiento de esta pesquería, posibilitando el desarrollo de investigaciones orientadas a describir la historia de vida de esta especie (Aranís *et al.*, 2011b; Leal *et al.*, 2011), la identificación de sardina austral y sardina común en las capturas aún sigue siendo un tema complejo y que potencialmente podría incluir sesgos en las estimaciones de abundancia de ambas especies. Bajo este marco, el principal objetivo de este trabajo es detectar mediante técnicas estadísticas multivariadas diferencias morfológicas fácilmente visibles en la cabeza de sardina austral y sardina común, que permitan la identificación rápida y confiable de estas dos especies durante las operaciones de pesca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo

Entre el 7 y 21 de abril de 2008, se analizaron 60 ejemplares de sardina común y 79 de sardina austral en los puertos de desembarque de Calbuco y Chinquihue, región de Los Lagos, Chile. Los individuos muestreados provinieron de faenas de pesca de cerco artesanal realizadas en aguas interiores de la Isla de Chiloé, entre 41°30' y 43°30'S. Este muestreo se enmarcó en el programa de monitoreo biológico-pesquero efectuado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), bajo un diseño de muestreo de tipo estratificado simple. Para mayor detalle sobre el diseño de muestreo ver Young *et al.* (2003).

Los peces analizados fueron medidos en fresco y conservados enteros en contenedores con formalina al 10%. Los individuos analizados fueron clasificados a nivel de especie usando las claves de reconocimiento

de sardinas: (Norman, 1937; Fowler, 1951; Whitehead, 1985). Posteriormente, a todos los ejemplares se le realizaron las siguientes mediciones con 1 mm de precisión: longitud de la cabeza (lc), preórbita (po), órbita (o) y posórbita ($poso$) (Fig. 1).

Análisis estadísticos

Para comparar las medidas lineales (lc , po , o , $poso$) entre especies, se implementaron cuatro análisis estadísticos multivariados sobre el conjunto de medidas observadas y estandarizadas. La estandarización de las medidas lineales po , o y $poso$, corresponde al cociente entre éstas y la longitud de la cabeza del pez (es decir, po/lc , o/lc y $poso/lc$), mientras que la estandarización de la longitud de la cabeza (lc) se realizó primeramente con la incorporación de la longitud total (lc/lt). Esta estandarización tiene la finalidad de comparar las medidas lineales en términos proporcionales a cada individuo y evitar confusión debido a la variabilidad específica de cada medida. Un proceso similar de estandarización fue realizado por Paramo & Saint-Paul (2010) al utilizar la longitud corporal de un camarón como pivote para el proceso de estandarización de diferentes medidas lineales, que posteriormente fueron empleadas para discriminar unidades poblacionales.

Debido a que las medidas lineales de la cabeza presentan una alta correlación intra-específica (Tabla 1), se utilizó un análisis de componentes principales (ACP). Las dos primeras componentes principales fueron retenidas para el análisis posterior. Complementando el ACP, se implementó un análisis de varianza multivariado (MANOVA) y un análisis de covarianza (ANCOVA). El MANOVA fue implementado utilizando a la *especie* como variable respuesta (en este caso una variable predicha dicotómica) y a las medidas lineales estandarizadas como variables dependientes,

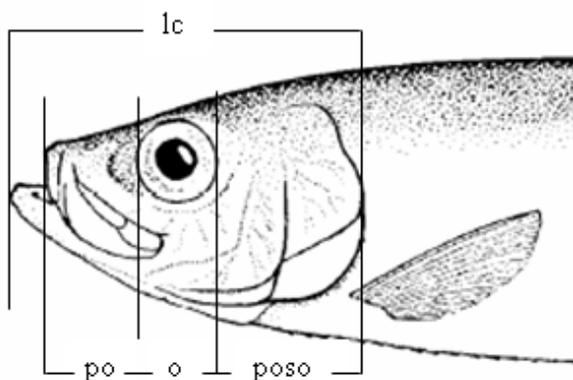


Figura 1. Mediciones morfométricas craneales tomadas en sardina común y sardina austral. Rasgos morfométricos: longitud de la cabeza (lc), preórbita (po), órbita (o) y posórbita ($poso$).

posibilitando explorar posibles diferencias en las medidas lineales que sean explicadas por la categoría *especie*. Paralelamente, se utilizaron análisis univariados de varianza (ANOVA, prueba- F) sobre los valores propios del MANOVA para discriminar que conjunto de medidas lineales son explicadas con mayor significancia estadística por el predictor lineal, en este caso la categoría *especie*. Para explorar posibles cambios en las medidas lineales a través de los tamaños de los peces, se implementó un segundo MANOVA que incorporó como predictor lineal la longitud de los peces en forma de categoría de tamaños. Por otra parte, el ANCOVA se utilizó para predecir los cambios en la longitud total (lt) del pez utilizando como predictores la categoría *especie* y la medida lineal $poso$.

Finalmente, por medio de un análisis discriminante lineal (ADL) se exploró las diferencias dentro y entre la categoría especie explicadas por las medidas lineales estandarizadas. El desempeño del ADL fue evaluado por un proceso de validación cruzada que utiliza un remuestreo Montecarlo de las medidas lineales estandarizadas. Se utilizó un conjunto de 70 medidas lineales (aprox. 50%) para predecir la clasificación de las medidas no incluidas en el remuestreo, evaluando 5.000 realizaciones.

RESULTADOS

La inspección visual en los tamaños de los peces (lt), muestra sobreposición en las medidas lineales entre especies (Fig. 2), lo que supone un adecuado balance en las muestras en términos de la longitud total de los peces. Conjuntamente, las medidas lineales de la cabeza en ambas sardinas mostraron similares rangos de tamaños, con medianas muy próximas y rangos intercuartiles sobrepuestos, exceptuado la medida $poso$ (Fig. 2).

El ACP de las mediciones lineales estandarizadas (Fig. 3) mostró que la primera componente principal (CP1), que explicó un 59% de la varianza entre mediciones, desagregó dos grupos de observaciones y se explicó por la correlación negativa (-0,985) con la medida $poso$ y las correlaciones positivas con las medidas o (0,757) y po (0,860). Aunque las primeras dos componentes principales (CP1-CP2) explicaron un 76% de la varianza total, el largo de la cabeza (lc) mostró una baja correlación con CP1 y CP2, indicando que no es una medida relevante para explicar la segregación a lo largo del CP1 (Fig. 3).

Si bien el objetivo principal del ACP es reducir la dimensionalidad y colinealidad de variables, los puntajes factoriales (Fig. 3) mostraron importantes evidencias de que al menos tres de las medidas lineales de la cabeza

Tabla 1. Matriz de correlación de las medidas lineales por especies. Rasgos morfométricos: longitud total (*lt*), longitud de la cabeza (*lc*), preórbita (*po*), órbita (*o*) y posórbita (*poso*).

S. común / S. austral	<i>lt</i>	<i>lc</i>	<i>po</i>	<i>o</i>	<i>poso</i>
<i>Lt</i>	1,00	0,99	0,97	0,94	0,91
<i>Lc</i>	0,97	1,00	0,95	0,93	0,93
<i>Po</i>	0,90	0,90	1,00	0,93	0,84
<i>O</i>	0,87	0,88	0,89	1,00	0,79
<i>Poso</i>	0,94	0,96	0,86	0,82	1,00

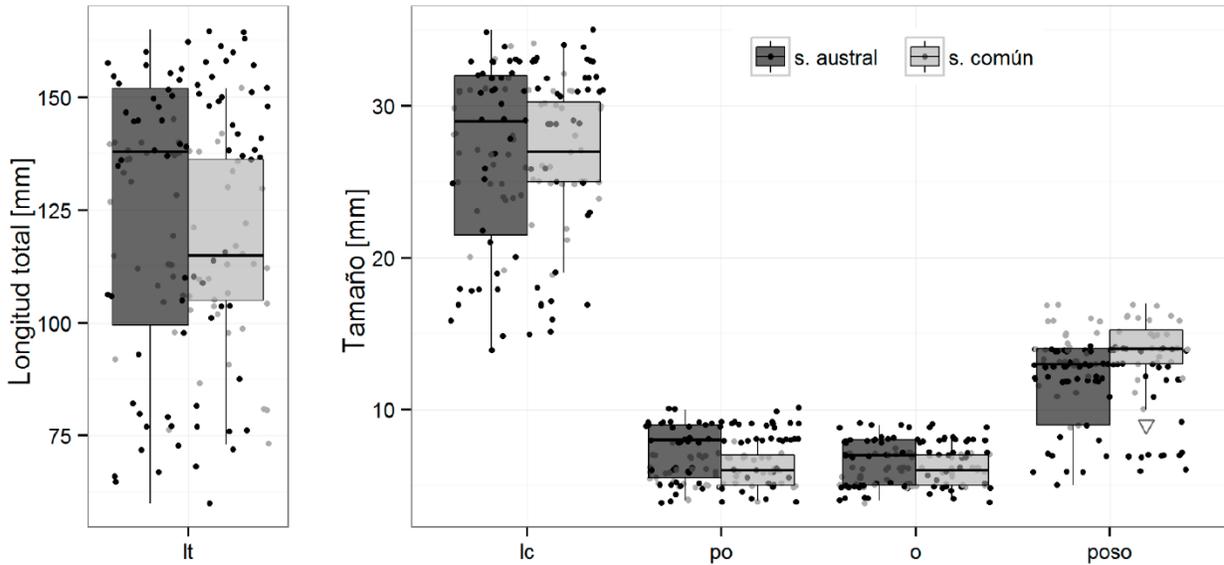


Figura 2. Gráfico de cajas para la longitud total (izquierda) y medidas lineales (derecha) obtenidas en sardina común y sardina austral. Se sobrepone para cada medida las observaciones expresadas en milímetros (mm). *lt*: longitud total, *lc*: longitud cabeza, *po*: preórbita, *o*: órbita y *poso*: posórbita.

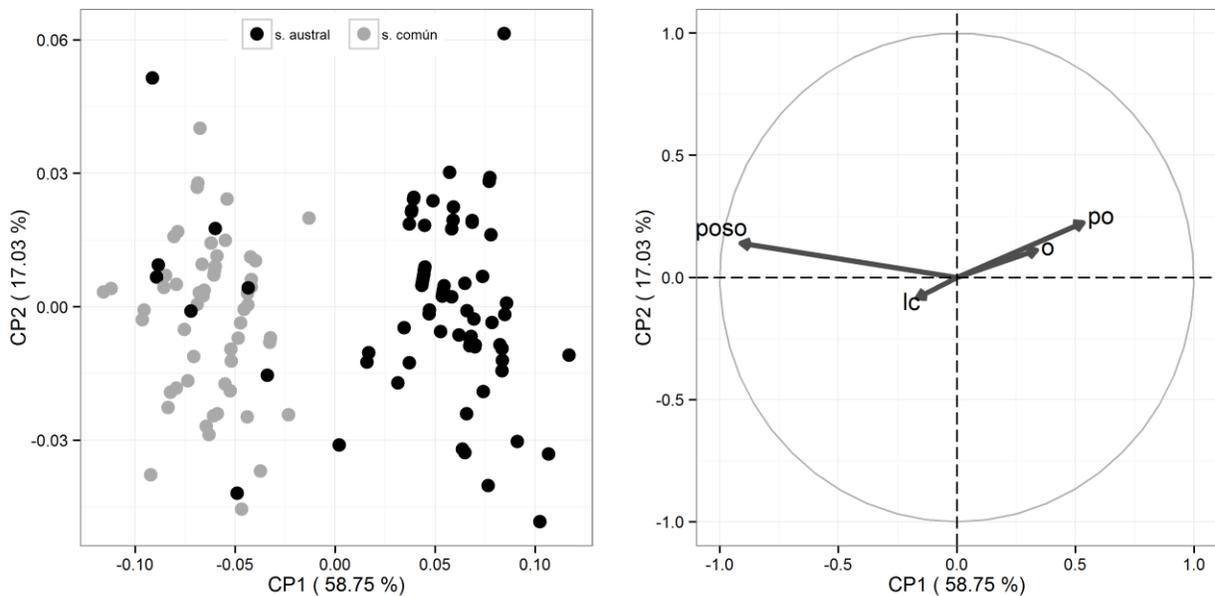


Figura 3. Dispersión de los puntajes de los dos primeros componentes principales (izquierda) y vectores propios estandarizados para las cuatro medidas lineales (derecha). *lc*: longitud cabeza, *po*: preórbita, *o*: órbita y *poso*: posórbita.

(*poso*, *o*, *po*), pueden ser utilizadas como descriptores para la diferenciación de las dos especies de sardinas. Esto es respaldado por los resultados del MANOVA, que indicaron que el promedio y varianza de las medidas lineales fueron significativamente diferentes entre especies (Pillai = 0,85; $F = 171,7$; $P < 0,05$; Tabla 2). Los análisis ANOVA univariados de las cuatro medidas lineales incorporadas en el MANOVA, cuyo objetivo es discriminar en cual especie y medida lineal se concentran las diferencias, mostraron que las medidas *poso* y *po* son altamente significativas (mayor valor- F), mientras que las medidas *o* y *lc* sugieren una menor evidencia para la diferenciación de especies (Tabla 3). Una categorización cada 20 mm de la longitud total de los peces (*catL*) incorporada como predictor del MANOVA, muestra que efectivamente la interacción entre especie y *catL* detecta diferencias significativas (Pillai = 1,29; $F = 6,79$; $P < 0,05$; Tabla 2), indicando que los cambios en las medidas lineales a través del tamaño del pez son diferentes entre especies.

La Figura 4 muestra las diferencias entre especies para las medidas lineales *poso* y *po* estandarizadas al tamaño de la cabeza (*poso/lc* y *po/lc*) y a lo largo de las categorías de tamaños (*catL*). Las medidas lineales muestran que los cuartiles de la medida *po* se superponen levemente y existe una notoria separación en el caso de la medida *poso*, consistente con los resultados del MANOVA al detectar que estas medidas entregan la mayor significancia estadística para discriminar entre especies. Por otro lado, la Figura 4 muestra que no existen cambios sistemáticos a través de *catL* que hagan suponer un efecto ontogénico en la variabilidad de las medidas lineales y descartando las medidas *poso* en las categorías de tamaños intermedios (*catL* = 3-4) realizadas en la sardina austral, los cuartiles de las medidas *po* y *poso* a través de *catL* se aprecian estables. Respaldo a la medida *poso* como rasgo morfométrico adecuado para la diferenciación entre especies, los resultados del ANCOVA sugieren que las diferencias en la tasa de cambio de la longitud del pez (*lt*) son significativas a medida que varía la medida *poso* ($F = 467,3$; $P < 0,0001$), como también, la interacción entre los predictores muestra que la longitud promedio del pez cambia significativamente ($F = 4,48$; $P < 0,05$) entre especies y frente a cambios en la medida *poso* (Tabla 4, Fig. 5).

Complementariamente, los resultados del ADL respaldan las diferencias entre especies al separar a lo largo de los valores discriminantes dos grupos (Fig. 6), que corresponden a sardina austral (valores negativos) y sardina común (valores positivos). Un pequeño grupo de sardina austral, con baja densidad de clasificación, es erróneamente asignado por el ADL debido a que muestra similitudes en las medidas *poso* y *po* en

categorías de tamaños intermedios, resultados que son consistentes con las técnicas multivariadas anteriores. El éxito de clasificación del ADL (Tabla 5) indica una fuerte separación entre especies, con un valor F en la prueba λ -Wilk altamente significativo ($P < 0,01$). Los resultados desde el remuestreo Montecarlo muestran un éxito de clasificación en el caso de la sardina común cercano al 99%, mientras que en el caso de sardina austral, se reduce a 89%. El número de individuos de sardina austral erróneamente clasificados fue de 9, los cuales cubren un rango de longitud total entre 98 y 116 mm (media = 108 mm).

DISCUSIÓN

Es esperable que la utilización de una medida lineal evidentemente identificable y a la vez clave en la identificación de especies agilice los procesos de muestreo e identificación de especies en lugares como, por ejemplo: sitios de descarga, cubierta de embarcaciones, bodegas de almacenajes, entre otras, donde la viabilidad de aplicar claves de discriminación taxonómica es extremadamente baja. Bajo esta premisa, el principal objetivo de este trabajo fue la identificación y posterior diferenciación de caracteres morfológicos que ayuden a la diferenciación en terreno de la sardina común y sardina austral.

La diferenciación en terreno de estas especies es compleja ya que ambas co-ocurren en los lances de pesca en diferentes proporciones, las estructuras de tallas tienen un alto grado de sobreposición y son muy similares morfológicamente (Aranis *et al.*, 2007, 2011a). Desde el conocimiento práctico de los observadores científicos, fue posible detectar que la morfología de la cabeza contiene caracteres externos que permitirían una rápida diferenciación de estas especies en terreno. Los resultados indican que, de todas las categorías lineales analizadas, la categoría *poso* muestra diferencias proporcionales en términos del tamaño de la cabeza entre las dos especies (ver Fig. 2), y por tanto, potencialmente puede ser utilizada para la identificación a nivel de especie en las capturas de sardinas. Además, el énfasis en el proceso de estandarización de las medidas morfométricas se focalizó en las diferencias entre especies y la proporcionalidad de las medidas a través de la ontogenia, en contraste a otros procesos de estandarización donde el foco de estudio se centra en las diferencias de rasgos demográficos intra-especies, que por ejemplo justifiquen unidades poblacionales (Paramo & Saint-Paul, 2010). Por tanto, es esperable que la medida *poso* sea un rasgo clave en la identificación bajo diferentes condiciones demográficas.

Tabla 2. Resumen estadístico del MANOVA aplicado sobre cuatro medidas lineales (*lc*, *po*, *o*, *poso*) de la cabeza de sardina común y sardina austral. gl: grados de libertad, Pillai: valor del test estadístico. *F*-aprox: aproximación del test-*F*, gl-num: grados de libertad del numerador, gl-den: grados de libertad del denominador, Pr(>*F*): valor *P*. CatL: corresponde a la clasificación de lt cada 20 mm.

Categorías	gl	Pillai	<i>F</i> -aprox	gl-num	gl-den	Pr(> <i>F</i>)
Especie	1	0,846	171,754	4	125	<2,2e-16
Especie: catL	9	1,293	6,796	36	512	<2,2e-12
Residuales	128					

Tabla 3. Resumen estadístico del ANOVA univariado aplicado sobre los valores propios de las cuatro medidas lineales (*lc*, *po*, *o*, *poso*) obtenidas desde el MANOVA. gl: grados de libertad, SumC: suma de cuadrados residual, ProC: promedio de cuadrados residuales, Pr(>*F*): valor *P*.

	gl	SumC	ProC	valor- <i>F</i>	Pr(> <i>F</i>)
<i>Poso</i>					
Especie	1	0,282	0,282	249,863	<2,202e-16
Residuales	137	0,155			
<i>o</i>					
Especie	1	0,022	0,022	49,672	<8,098e-11
Residuales	137	0,061			
<i>po</i>					
Especie	1	0,081	0,081	221,422	<2,112e-16
Residuales	137	0,050			
<i>lc</i>					
Especie	1	0,007	0,007	51,738	<3,757e-06
Residuales	137	0,018			

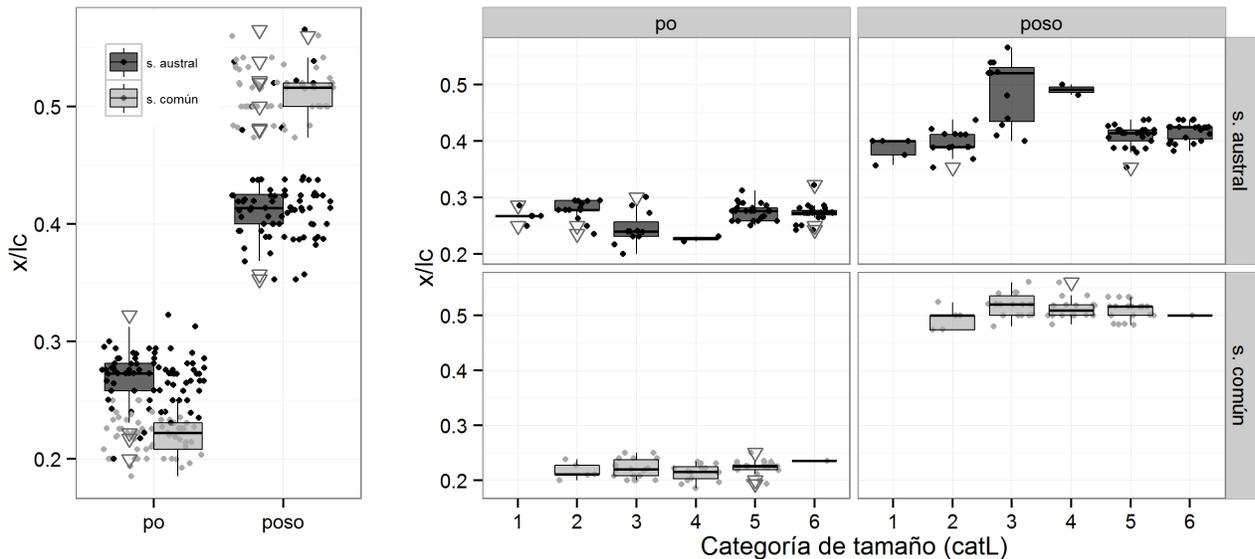


Figura 4. Gráfico de cajas para las medidas lineales *poso* y *po* estandarizadas por el largo de la cabeza ($x:poso/lc - x:po/lc$) para el total de las muestras (izquierda) y a lo largo de categorías de tamaños (derecha). La longitud total (mm) fue categorizada (*catL*) como 1: <70, 2: 70-90, 3: 90-110, 4: 110-130, 5: 130-150, 6: >170.

Tabla 4. Resumen estadístico del ANCOVA aplicado sobre la categoría especie con medidas lineales *lt* y *poso* (en escala logarítmica) usadas como variables predictoras. gl: grados de libertad, SumC: suma de cuadrados residual, ProC: promedio de cuadrados residuales, Pr(>F): valor *P*.

Categorías	gl	SumC	ProC	<i>F</i>	Pr(> <i>F</i>)
log(<i>poso</i>)	1	62562	62562	467,31	<2,2e-16
Especie	1	27139	27139	202,71	<2,2e-16
log(<i>poso</i>):especie	1	600	600	4,4815	0,0361
Residuales	135	18073	134		

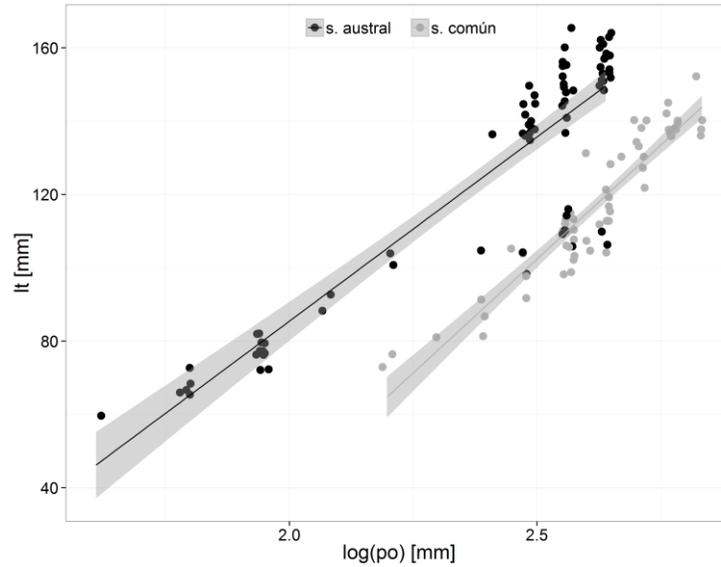


Figura 5. Relación entre las medidas lineales *poso* y *lt* resultantes del ANCOVA aplicado a la sardina común y sardina austral.

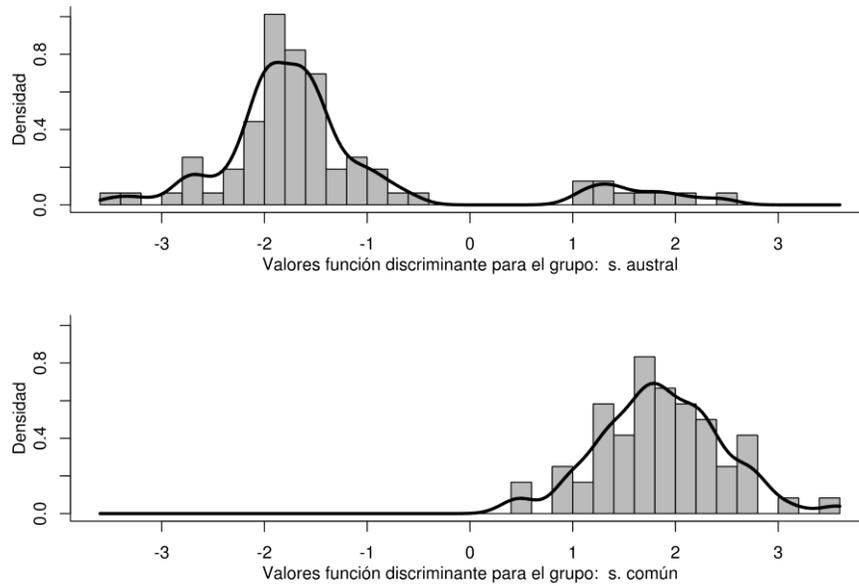


Figura 6. Densidad de los valores de la función discriminante desagregadas por especies obtenidas por el Análisis Discriminante Lineal (ADL). Se sobrepone una curva representativa del total de densidad a través de la función discriminante.

Tabla 5. Matriz de clasificación (en proporciones) construida por remuestreo Montecarlo de las predicciones del Análisis Discriminante Lineal (ADL). Las observaciones se encuentran en las filas y las predicciones en las columnas. *n* es el tamaño de muestra por especie.

Observación/Predicción	S. austral	S. común	n
S. austral	0,885	0,115	79
S. común	0,013	0,987	60

Si bien, se identificó un pequeño conjunto (9 individuos) de sardina austral que de acuerdo al ADL no fue clasificado correctamente (Tabla 5), el patrón general detectado por los métodos multivariados sugiere que la medida lineal *poso* es de menor magnitud en la sardina austral y representa en promedio un 40% de la longitud de la cabeza, en contraste con la sardina común donde la medida *poso* bordea un 50% de la longitud cefálica (Fig. 4). Si bien, se detectó que los cambios en las medidas lineales a través del tamaño del pez son diferentes entre especies, la estabilidad en la medida *poso* a lo largo de los tamaños (Fig. 4) y el asertivo nivel de clasificación (Tabla 5), sugieren descartar que las medidas lineales cambien a través de la ontogenia de ambas sardinas, por ejemplo, como consecuencia del crecimiento alométrico. El análisis de covarianza mostró una baja pero significativa interacción entre la medida *poso* y la categoría *especie* (Tabla 4), respaldando la idea que la tasa de cambio en la medida lineal posórbita varía a través de las dos sardinas. No obstante, es necesario continuar investigando estos resultados, para describir con mayor precisión estadística el efecto que podría tener el crecimiento en las medidas lineales como discriminadores de especies.

Se entiende que la identificación en terreno de estas sardinas es difícil y este artículo pretende proporcionar herramientas basales para la posible elaboración de guías de campo y entrenamiento para observadores científicos, con fines de mejorar los programas de monitoreo en la flota de cerco artesanal que opera en aguas interiores de Chiloé. Estos resultados no pretenden reemplazar las claves disponibles para fines de discriminación taxonómica de ambas sardinas (*e.g.*, Whitehead 1985; Cousseau & Perrotta 1998; Aranís *et al.*, 2011a), más bien, son una contribución a las actividades de muestreo durante los procesos de identificación de especies.

En términos prácticos para el trabajo en terreno de los observadores científicos, los resultados indican que la medida lineal *poso*, que corresponde a la distancia entre el borde interno del ojo y el opérculo, es mayor en la sardina común y contiene al menos dos medidas de la órbita del ojo. Luego, es preponderante la construcción o modificación de protocolos de muestreos que

incorporen criterios como los explorados en este trabajo, ayudando al proceso de identificación de ambas sardinas en las faenas de pesca en aguas interiores de la Isla de Chiloé.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Instituto de Fomento Pesquero, especialmente el apoyo de los observadores científicos de Base de Calbuco y Puerto Montt. Se agradece al Dr. M. Lamboeuf por autorizar previamente el uso de la figura de Whitehead (1985). Deseamos expresar también nuestros agradecimientos a dos revisores anónimos cuyos comentarios y sugerencias enriquecieron una versión preliminar de este artículo. R Wiff fue financiado por el proyecto CONICYT/FONDECYT post doctoral número 3130425.

REFERENCIAS

- Aranís, A., A. Gómez, L. Caballero, M. Ramírez, G. Eisele, M. González, F. Cerna, V. Bocic, A. López, C. Machuca, F. Espíndola, C. Vera, Z. Young & S. Mora. 2011a. Investigación situación pesquería pelágica zona centro-sur, 2010. Seguimiento del estado de situación de las principales pesquerías nacionales. Subsecretaría de Pesca, Instituto Fomento Pesquero, Valparaíso, Informe Final, 213 pp.
- Aranís, A., A. Gómez, L. Caballero, G. Eisele, M. González, F. Cerna & G. Muñoz. 2011b. Pesca de Investigación. Monitoreo de anchoveta y sardina en aguas interiores de la X Región de Los Lagos, 2010. Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso, 153 pp.
- Aranís, A., R. Meléndez, G. Pequeño & F. Cerna. 2007. *Sprattus fuegensis* en aguas interiores de Chiloé, Chile (Osteichthyes: Clupeiformes: Clupeidae). *Gayana*, 71(1): 102-113.
- Cousseau, M.B. & R.G. Perrotta. 1998. Peces marinos de Argentina. Biología, distribución, pesca. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar del Plata, 163 pp.
- Escribano, R., M. Fernández & A. Aranís. 2003. Physical chemical processes and patterns of diversity of the Chilean eastern boundary pelagic and benthic marine ecosystems: an overview. *Gayana*, 67(2): 190-205.
- Fowler, H.W. 1951. Analysis of the fishes of Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, 51/53: 263-326.
- Leal, E., M. Canales, A. Aranís & M. González. 2011. Actividad reproductiva y longitud de madurez de sardina austral *Sprattus fuegensis* en el mar interior de Chiloé, Chile. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 46: 43-51.
- Norman, J.R. 1937. COSAT fishes. Part II. The Patagonian Region. *Discovery Rep.*, 16: 1-150.

- Paramo, J. & U. Saint-Paul. 2010. Morphological differentiation of southern pink shrimp *Farfantepenaeus notialis* in Colombian Caribbean Sea. *Aquat. Living Resour.*, 23(1): 95-101.
- Whitehead, P.J.P. 1985. Clupeoid fishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf herrings. Part 1. Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. *FAO Fish.*, 125(7): 1-303.
- Young, Z., J.C. Saavedra, H. Miranda, L. Caballero, A. Aranís & M. González. 2003. Determinación de tamaños de muestra en la pesquería pelágica, zona centro-sur. Proyecto investigación situación pesquería pelágica zona centro-sur. Documento Técnico, IFOP-SUBPESCA, 21 pp.

Received: 15 April 2013; Accepted: 18 August 2014