

# COMPARACIÓN MORFOMÉTRICA EN LARVAS VELÍGERAS DE CHORITO, CHOLGA Y CHORO ZAPATO

Macarena Herrera, David Opazo, Patricio Mejías  
Departamento de Medio Ambiente, División de Investigación en Acuicultura, Instituto de Fomento Pesquero

## JUSTIFICACIÓN

El conocimiento sobre la ecología de estadios tempranos de invertebrados marinos de importancia económica es clave para entender las variaciones en sus stock poblacionales. En Chile la industria mitilicultora se desarrolla principalmente en aguas de la X Región, donde la obtención de los organismos que la sustentan se realiza mediante la captación de semillas de chorito (*Mytilus chilensis*) desde el medio natural. Desde 2013, el Instituto de Fomento Pesquero realiza un programa de monitoreo de larvas de mitílidos en zonas de interés para la mitilicultura, que tiene como fin determinar la variabilidad espacio-temporal en el suministro de larvas para la captación de semillas. Una de las principales dificultades del estudio en sus inicios fue la incertidumbre con respecto a la segregación a nivel de especie de las larvas de mitílidos, debido a que en el área de estudio, además del chorito, se encuentran presentes otras especies que en ocasiones pueden estar presentes en porcentajes importantes dentro de los colectores de semilla: la cholga (*Aulacomya atra*) y el choro zapato (*Choromytilus chorus*). Debido a que la identificación taxonómica a nivel de especie de larvas velígeras de bivalvos es reconocida en la literatura como una tarea difícil, se decidió realizar un estudio sobre la morfometría de las larvas velígeras de las tres especies de mitílidos utilizando herramientas clásicas y modernas.

## METODOLOGÍA

**Obtención de larvas:** Se obtuvieron reproductores de chorito, cholga y choro zapato, se les indujo al desove y se produjeron larvas que fueron cultivadas hasta la aparición de la mancha ocular (~30 días) tomando muestras diariamente.

**Tratamiento de muestras:** Se eliminó la materia orgánica de las larvas y se seleccionaron las valvas derechas para la toma de imágenes con una cámara adosada a un microscopio estereoscópico. La longitud y altura valvar fueron medidas con el software de la cámara asignando un código a cada valva en función de la especie y su longitud valvar.

**Procesamiento de imágenes:** Las imágenes de las valvas fueron binarizadas (valva negra, fondo blanco) con el software GIMP y las valvas fueron orientadas con el borde dorsal hacia arriba y el borde anterior hacia la derecha.

**Morfometría clásica:** Las mediciones de la longitud y altura valvar fueron utilizadas para ajustar una curva alométrica para cada especie (i.e.,  $Altura = a \cdot Longitud^b$ ) y comparar sus parámetros utilizando el paquete smatr del software R. Además, la altura valvar de las tres especies fue comparada en distintos rangos de longitud valvar utilizando un test t-student para comparación de medias.

**Morfometría geométrica:** Las imágenes binarizadas fueron agrupadas por rangos de longitud valvar (considerando las 3 especies) y luego fueron transformadas en coordenadas (x,y) definidas en base a los contornos de sus valvas. Las coordenadas fueron utilizadas para realizar el análisis elíptico de Fourier para cada rango de longitud (en este trabajo se presentan resultados de 4 rangos) obteniendo 45 coeficientes de Fourier por valva. Estos coeficientes representan un 99,9 % de la variabilidad de las formas de los contornos valvares por lo que pueden ser utilizados para una reconstrucción exacta de estos. Todos los análisis de morfometría geométrica fueron realizados utilizando el paquete Momocs del software R.

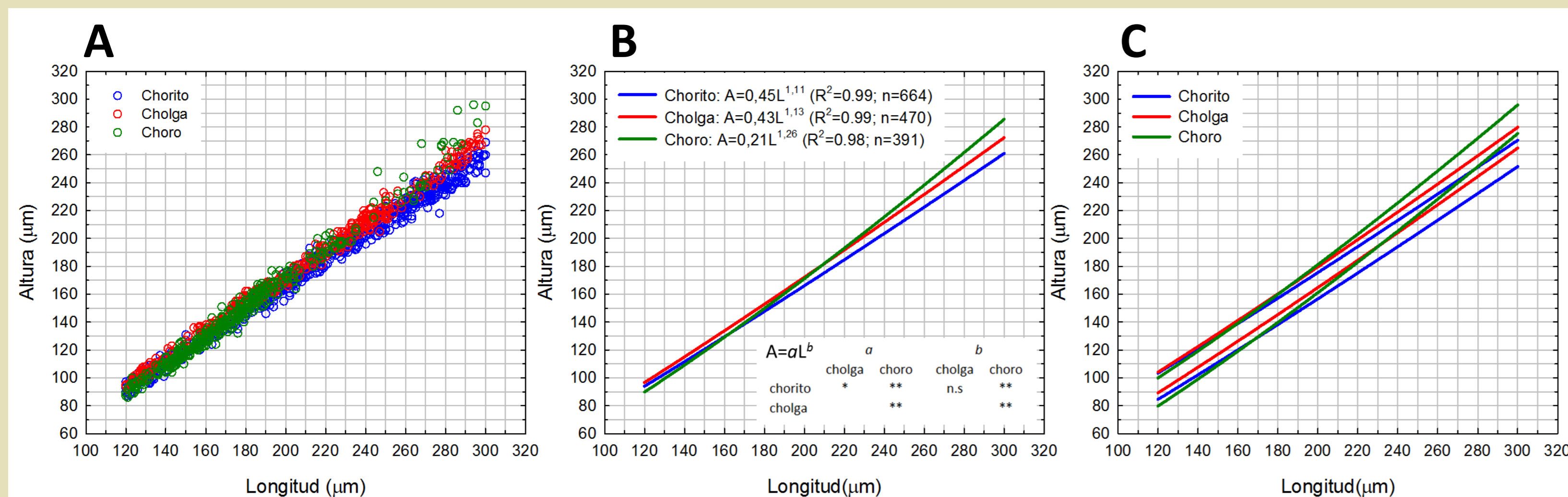


Figura 1. Relación entre longitud y altura valvar en larvas velígeras de chorito, cholga y choro zapato. A) Gráfico de dispersión para las tres especies. B) Curvas ajustadas a datos mediante modelo  $Altura = a \cdot Longitud^b$ . C) Intervalos de predicción del 95%. En parte superior del panel B se encuentran las ecuaciones resultantes de las curvas ajustadas y en la parte inferior los resultados de las pruebas de hipótesis para la comparación de los parámetros  $a$  y  $b$  de cada especie (n.s.: diferencia no significativa ( $p > 0,05$ ), \*: diferencia significativa ( $p < 0,05$ ), \*\*: diferencia significativa ( $p < 0,01$ )).

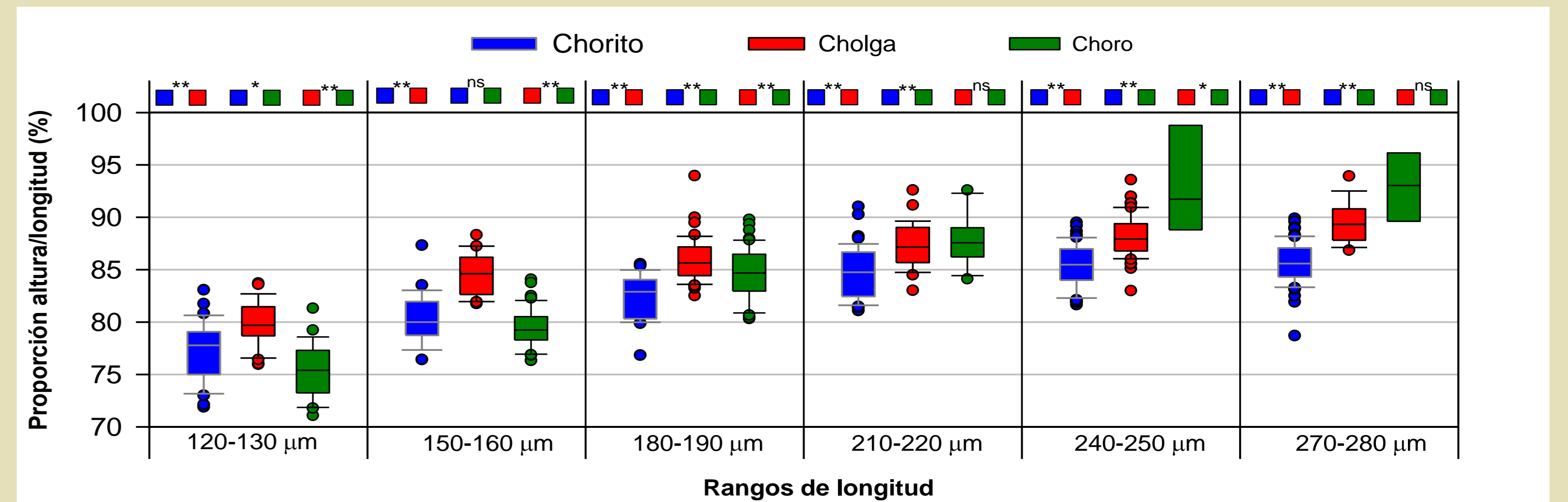


Figura 2. Variabilidad en la altura valvar (representada como porcentaje de la longitud valvar) de las larvas velígeras de chorito, cholga y choro zapato para distintos rangos de longitud valvar. En parte superior se encuentran los resultados de pruebas de t-student para comparación de medias (n.s.: diferencia no significativa ( $p > 0,05$ ), \*: diferencia significativa ( $p < 0,05$ ), \*\*: diferencia significativa ( $p < 0,01$ )).

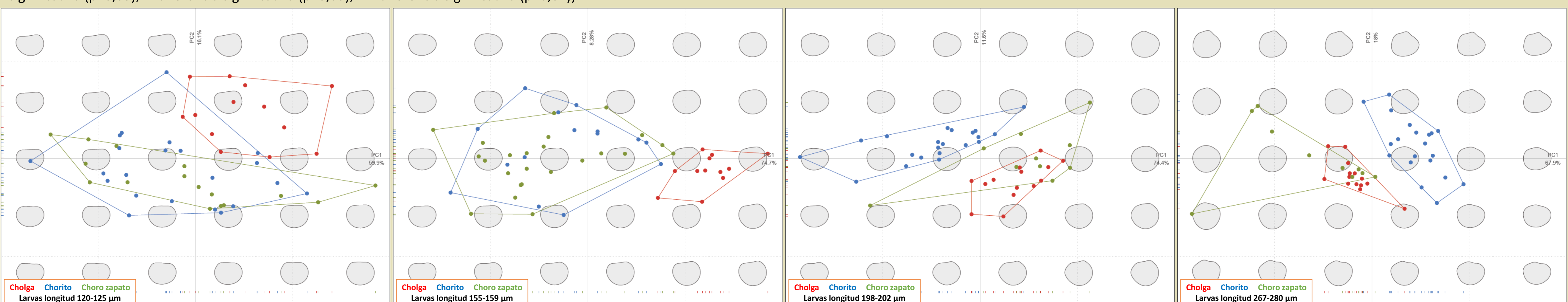


Figura 3. Variabilidad en la forma de los contornos valvares de larvas velígeras de chorito, cholga y choro zapato para 4 rangos de longitud valvar. Cada panel corresponde al biplot resultante de un análisis de componentes principales utilizando los coeficientes de Fourier extraídos de los contornos valvares como variables. Debido a que los coeficientes de Fourier en conjunto representan la forma de los contornos valvares, el gráfico resultante del análisis de componentes principales muestra la variabilidad en las formas de las valvas utilizadas y las ubica dentro del morfoespacio. En cada panel se utilizan los dos primeros componentes principales, los que explican la mayor parte de la variabilidad de las formas de los contornos valvares.

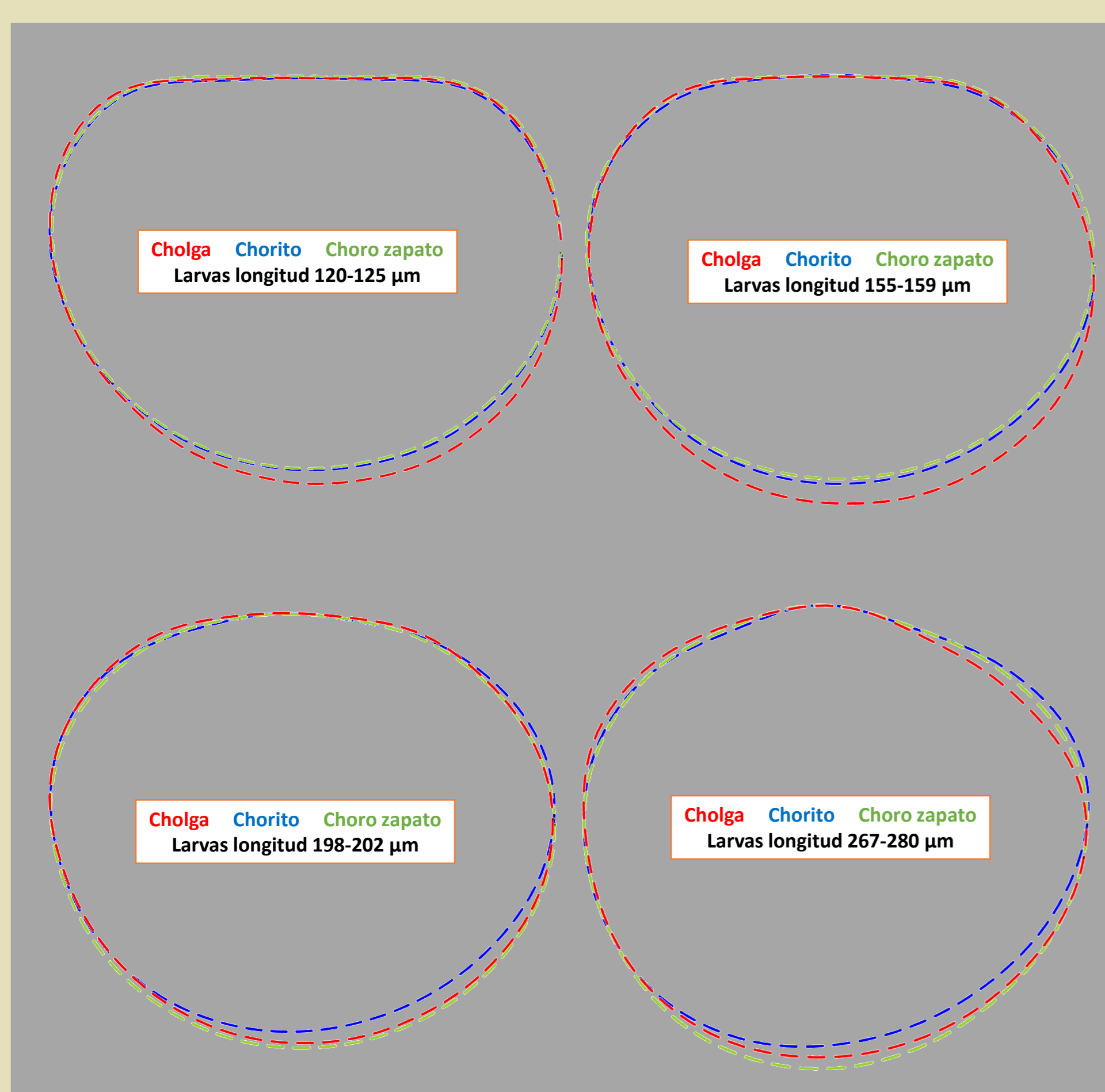


Figura 4. Comparación de formas promedio de contornos valvares utilizados en los análisis de componentes principales mostrados en la Figura 3. La construcción de los contornos promedios fue realizada con el promedio de los coeficientes de Fourier asociados a las valvas de cada especie/rango de longitud.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

- Existe una clara relación entre la longitud y altura valvar en larvas velígeras de las tres especies de mitílidos (Figura 1 A). En los tres casos se observa una alometría positiva ( $b > 1$ ), que indica que existe un aumento desproporcional en la altura valvar con respecto a la longitud valvar a lo largo de la ontogenia (Figura 1 B). Al observar los intervalos de predicción del 95% se observa una superposición importante entre las especies (Figura 1 C), lo que indica que la altura valvar debe ser utilizada cuidadosamente como característica distintiva para la identificación entre especies.
- Al comparar las alturas valvares de las tres especies en distintos rangos de longitud valvar se observa que en general las diferencias son estadísticamente significativas (Figura 2). Las diferencias más claras son una mayor altura valvar de la cholga en rangos de longitud  $< 170 \mu\text{m}$  y una menor altura valvar del chorito en rangos de longitud valvares  $> 170 \mu\text{m}$ .
- Los resultados de los análisis de morfometría geométrica indican que en todos los rangos de longitud valvar considerados la relación altura:longitud valvar es la que explica un mayor porcentaje de la variabilidad en las formas de los contornos valvares (Figura 3, PC1). En segundo lugar se identificó la forma y extensión de la charnela (longitud  $< 160 \mu\text{m}$ ) y la prominencia del umbo (longitud  $> 190 \mu\text{m}$ ) (Figura 3, PC2).
- En los dos primeros rangos de longitud valvar considerados existe una gran superposición en el morfoespacio de las valvas de chorito y choro zapato, mientras que en los dos últimos rangos de longitud valvar la cholga y el choro zapato presentan una mayor superposición en el morfoespacio.
- Al comparar las formas promedio de los contornos valvares se observa que si bien los análisis estadísticos encuentran diferencias significativas en la morfometría de las tres especies, estas diferencias son sutiles para el ojo humano.
- Estos resultados indican que otras características diagnósticas (e.g., color, tamaño de mancha ocular, forma del umbo, etc) deben ser considerados en conjunto con los presentados en este trabajo (i.e., longitud y altura valvar, forma del contorno valvar) para la segregación a nivel de especie. La ausencia de otras características diagnósticas en las larvas de longitudes valvares  $< 170 \mu\text{m}$  (larvas D) indica que no se debe intentar la segregación a nivel de especie en larvas de este rango de tamaño.

