

Introducción

La especie *Astyanax aeneus*, es una de las más ampliamente distribuidas, en México abarca desde la cuenca Paso de Ovejas hasta las cuencas del Río Hondo en Belice y desde las cuencas del Río Balsas hasta las cuencas del río Tehuantepec entre Oaxaca y Chiapas. Asociada a su amplia distribución es posible observar una alta diversidad morfológica generando incertidumbre taxonómica, lo que ha llevado a plantear a esta especie como un complejo de especies. Diferentes estudios han propuesto que la alta plasticidad fenotípica, relacionada con la heterogeneidad de hábitats ha complicado la taxonomía del complejo, ya que existen especies cuya forma tiene un fuerte impacto de las condiciones ambientales (e.g. *A. armandoi*). Por lo tanto, es necesario conocer el grado de variación fenotípica dentro del complejo en su área de distribución, a fin de evaluar si existen discontinuidades morfológicas entre las especies previamente descritas para el complejo.

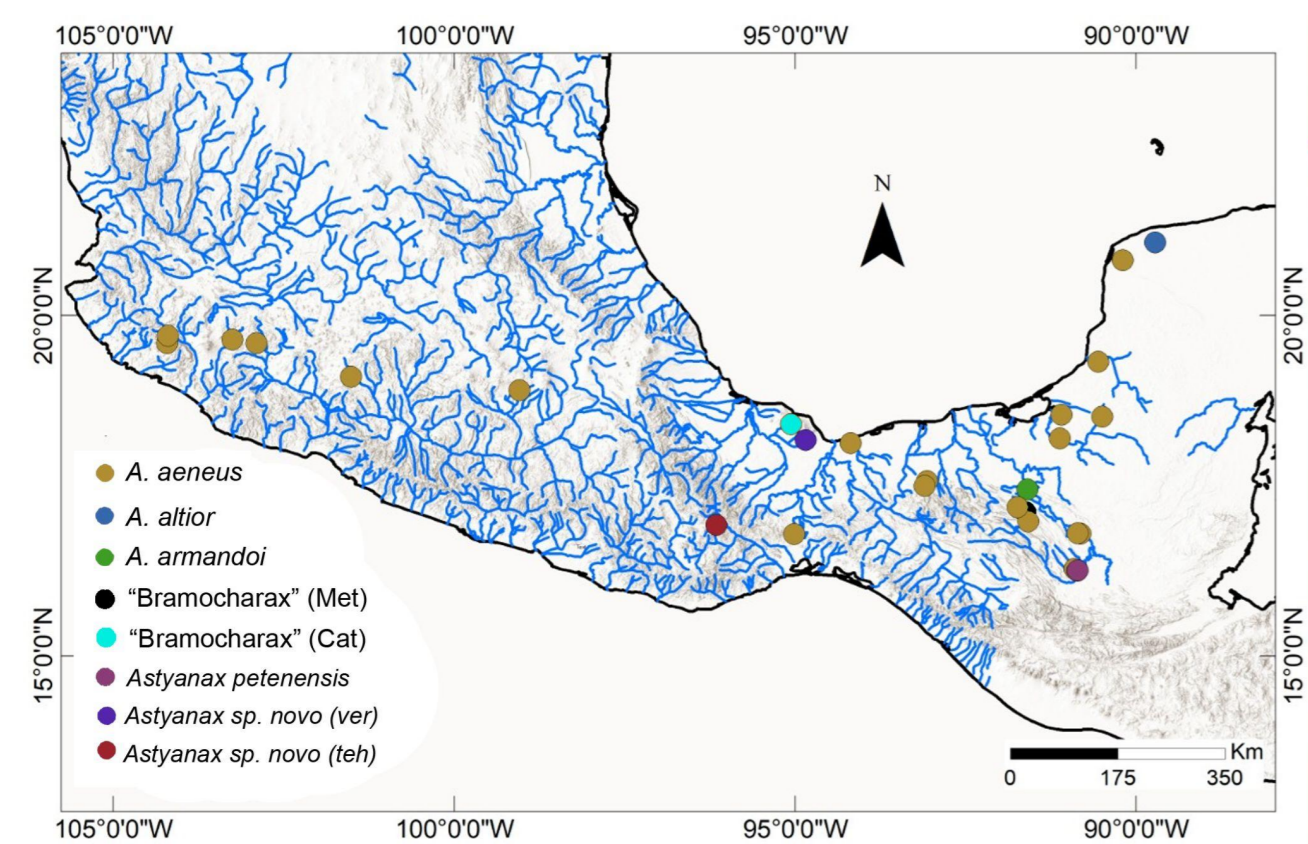


Figura 1. Mapa de localidades muestreadas del complejo *Astyanax aeneus*.

Objetivo

Evaluar el morfoespacio del complejo *Astyanax aeneus* mediante morfometría geométrica, así como caracterizar la disparidad morfológica de las especies que conforman el complejo.

Método

Se muestrearon 28 localidades en el área de distribución (fig. 1). En total se analizaron 548 especímenes que fueron fotografiados de lado izquierdo y con una escala, para colocar los landmarks y semilandmarks se utilizó Tpsdig2 (fig. 2).

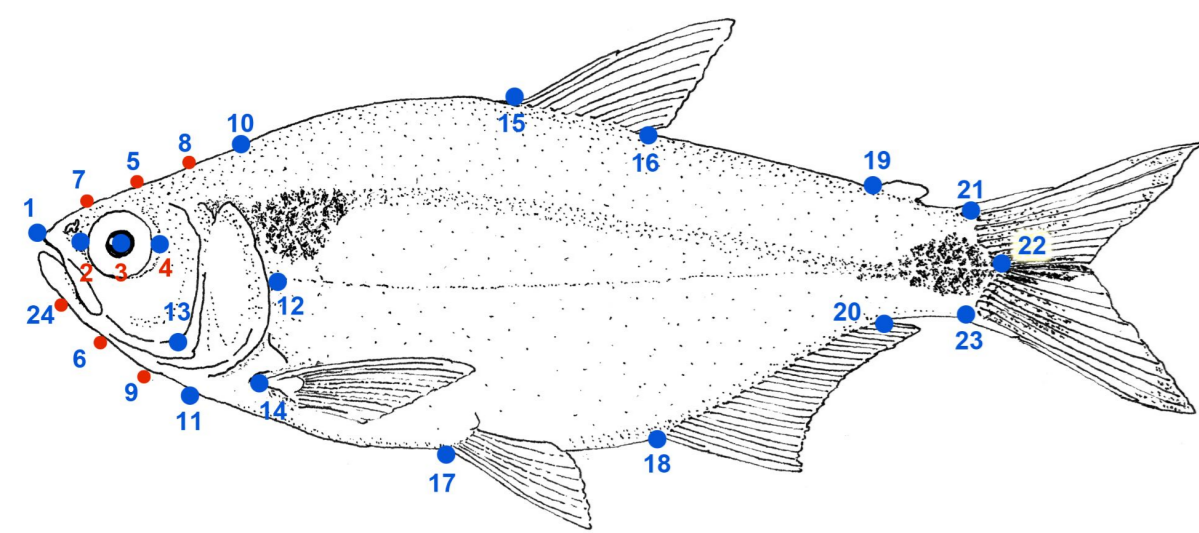
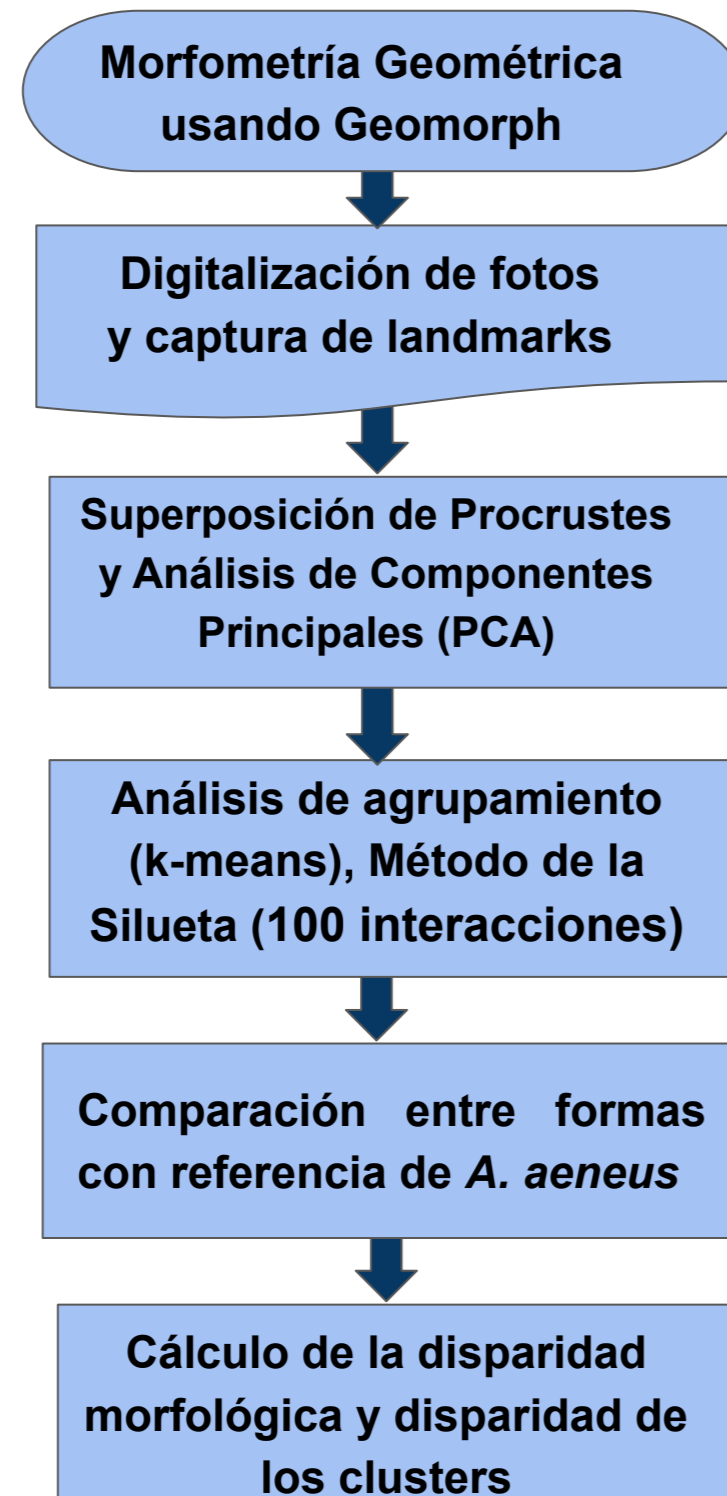


Figura 2. selección de landmarks en color azul y semilandmarks en color rojo.



Resultados

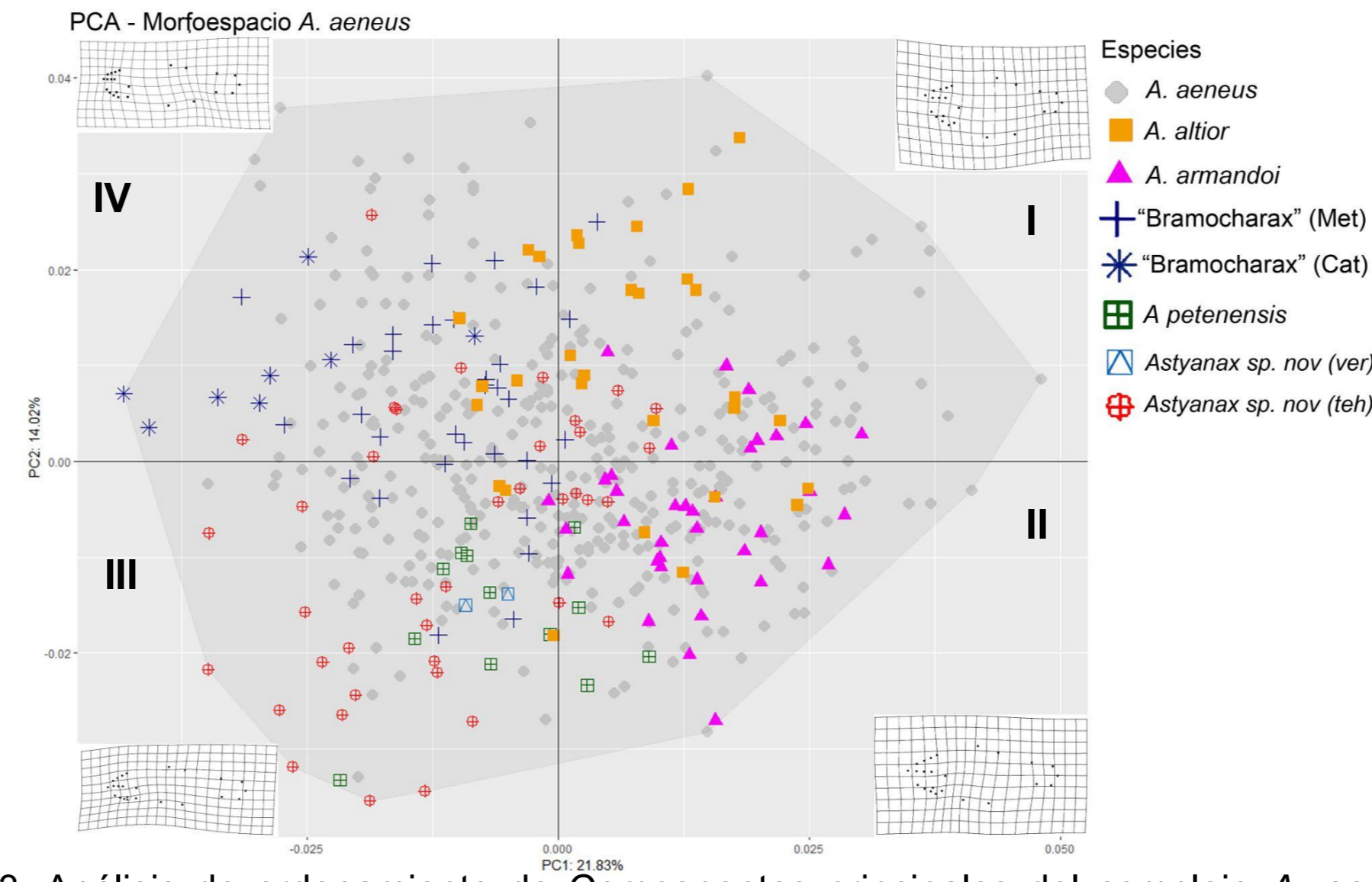


Figura 3. Análisis de ordenamiento de Componentes principales del complejo *A. aeneus*, el PC1 explica 21.83% de la varianza y el PC2 14.02%. Los números romanos corresponden con los cuatro cuadrantes del morfoespacio.

En el PCA los dos primeros componentes acumularon un total de 35.85% de la varianza, las gradillas de deformación muestran en el eje positivo del PC1 una forma más ovalada, con una zona frontal más grande y pedúnculo caudal más grueso con relación al eje negativo. En el PC2, hubo una modificación entre la altura del cuerpo y la longitud de la cabeza. La especie *A. aeneus* mostró un morfoespacio mayor, en comparación al resto de las morfo-especies del complejo.

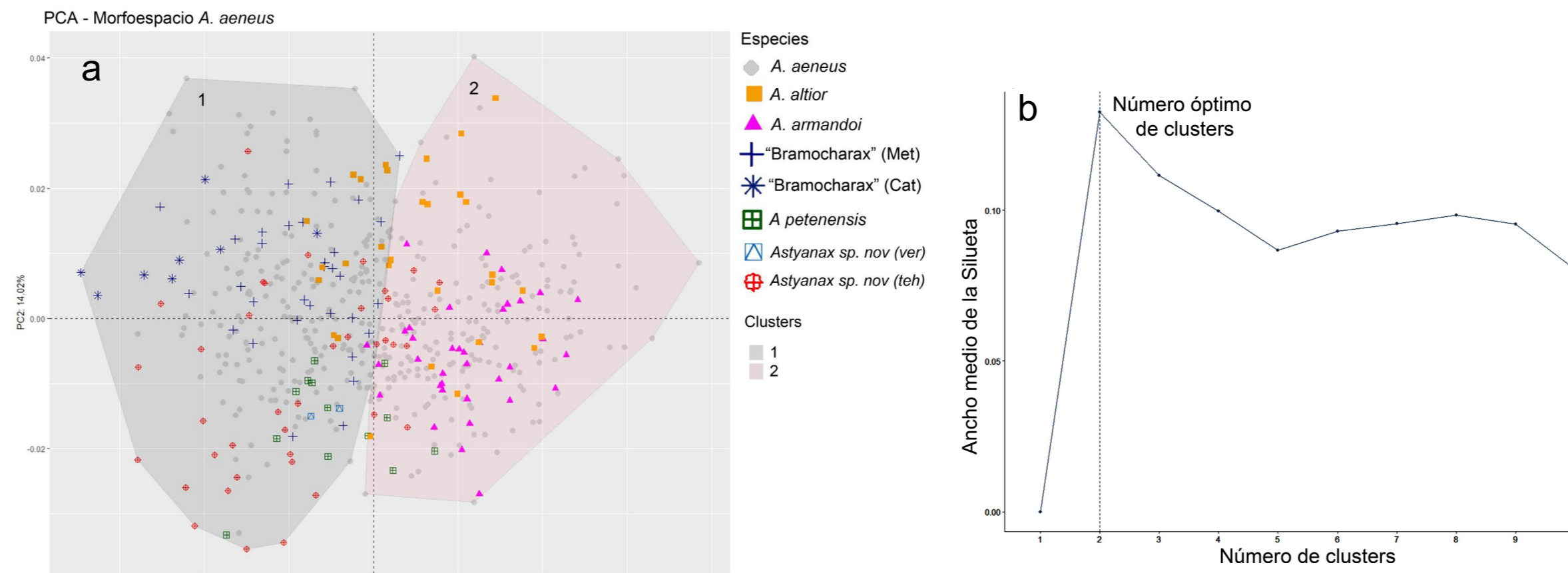


Figura 4. a) Representación de los dos grupos ("clusters") obtenidos del análisis de agrupamiento k-means, con el método de la Silueta, 100 interacciones y las distancias por método euclidiano. b) Ancho medio de la Silueta para los diferentes valores de K (o número de grupos), teniendo un valor óptimo de dos clusters.

En el análisis de agrupamiento obtuvimos un valor óptimo de k=2, utilizando como criterio el método de la Silueta, el cual se optimizó con base en el valor del Ancho Medio de la Silueta.

Tabla 1. Número de ejemplares asignados a cada cluster por especie del complejo.

Cluster 1		Cluster 2	
<i>Astyanax aeneus</i>	197	<i>Astyanax aeneus</i>	191
<i>Astyanax altior</i>	11	<i>Astyanax altior</i>	19
<i>Astyanax armandoi</i>	1	<i>Astyanax armandoi</i>	35
<i>Astyanax petenensis</i>	8	<i>Astyanax petenensis</i>	5
"Bramocharax" de Metzabook	32	"Bramocharax" de Metzabook	0
"Bramocharax" de Catemaco	8	"Bramocharax" de Catemaco	0
<i>Astyanax sp. nov. (Teh)</i>	30	<i>Astyanax sp. nov. (Teh)</i>	9
<i>Astyanax sp. nov. (Ver)</i>	2	<i>Astyanax sp. nov. (Ver)</i>	0
Total	289	Total	259

Comparación de la forma entre morfo-especies del complejo *Astyanax aeneus*:

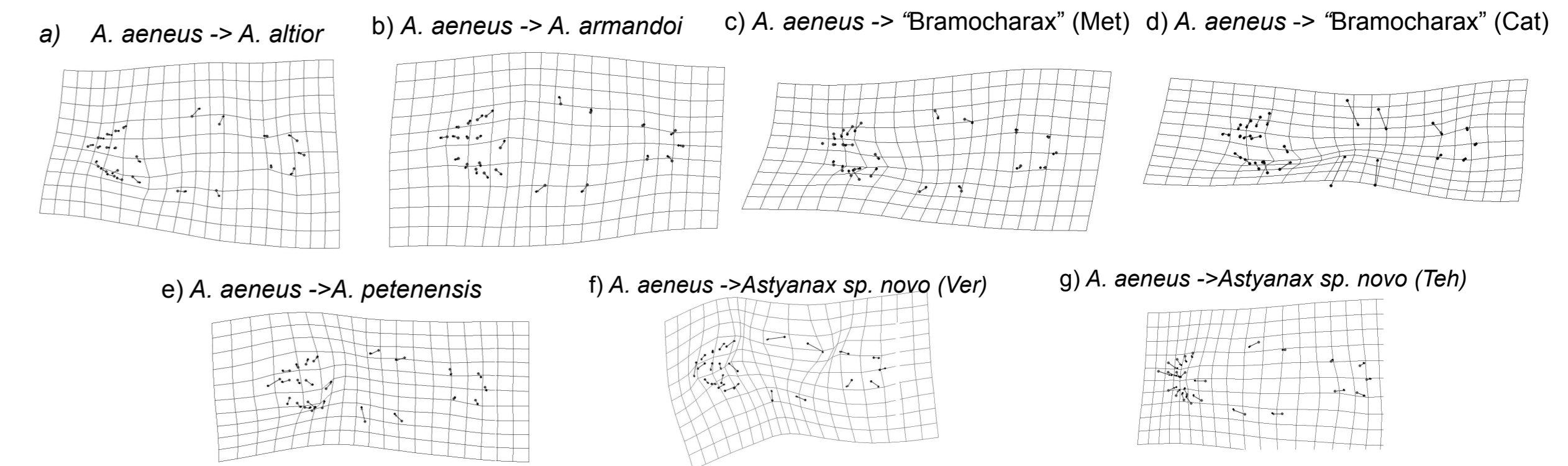


Figura 5. Gradillas de deformación tomando como referencia a *A. aeneus*. para el resto de morfoespecies del complejo.

Disparidad morfológica de las morfo-especies del complejo *Astyanax aeneus*:

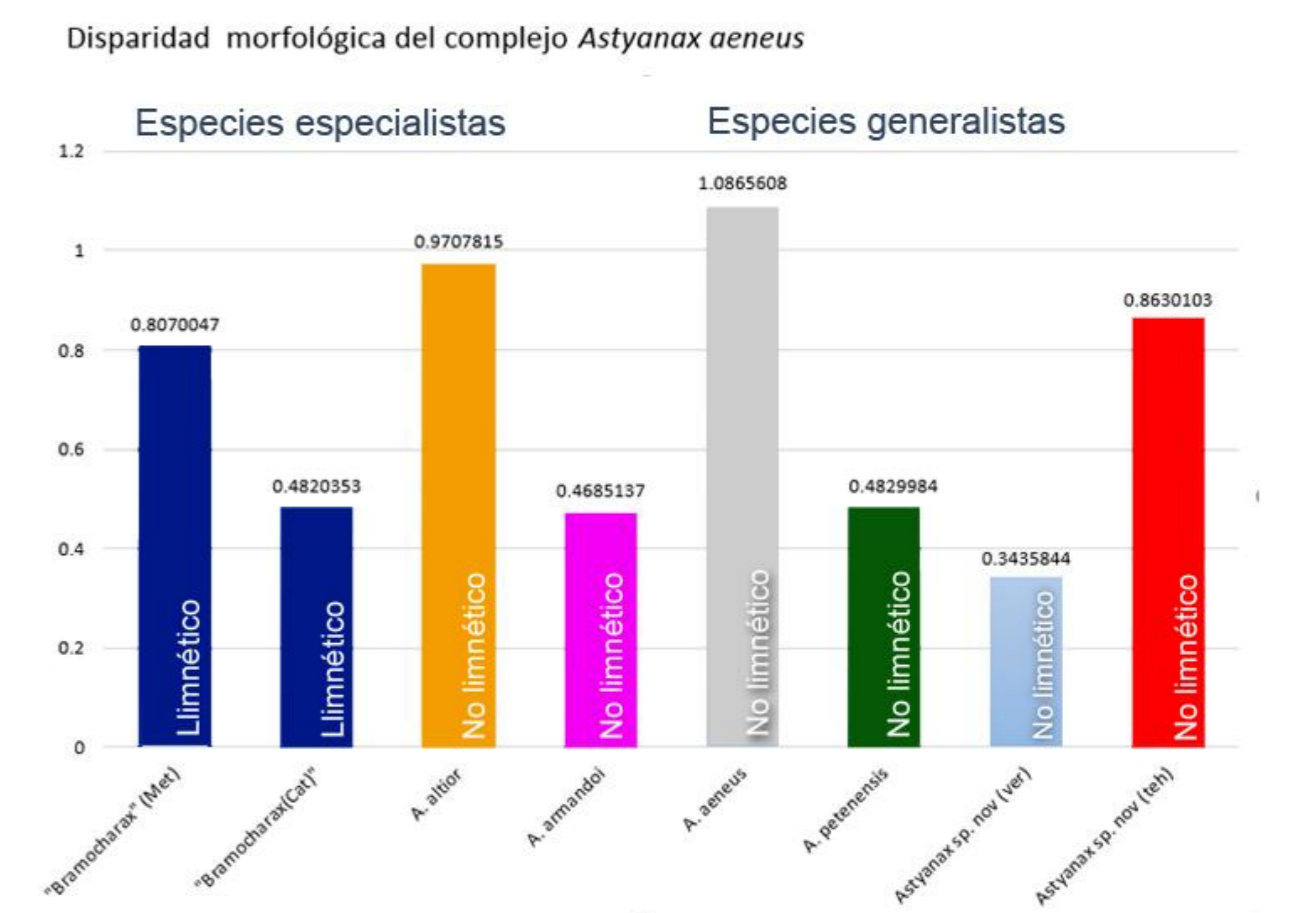


Figura 6. Valores de disparidad morfológica (10^3) para las especies del complejo *Astyanax aeneus*.

La disparidad no mostró diferencias entre las morfo-especies especialistas vs. generalistas, siendo el promedio de las especialistas de 0.76 y el de la generalistas de 0.56. En contraste los valores de disparidad entre los dos clusters obtenidos fue 0.993×10^{-3} para el Cluster 1, y 0.968×10^{-3} para el Cluster 2.

De las 28 comparaciones entre los valores de disparidad, solo cuatro fueron significativas después de las correcciones de Bonferroni: *A. aeneus* -- *A. armandoi* $P=.001$, *A. petenensis* -- *A. aeneus* $P=.001$, *A. armandoi* -- *A. altior* $P=.001$ y *A. sp nov (Teh)* -- *A. armandoi* $P=.001$

Conclusiones:

- 1.- El morfoespacio de *Astyanax aeneus* incluye al resto de las especies dentro del complejo.
2. En el método de entrenamiento computacional (Método de la Silueta), no se observó una correspondencia entre los clusters obtenidos y las morfo-especies del complejo.
3. Se observó una evolución en paralelo de las formas lacustres del complejo (i.e. "Bramocharax" Cat y "Bramocharax" Met).
- 4.- Aunque se observó que la disparidad de las especies especialistas del complejo fue mayor que las generalistas, este patrón no fue consistente entre todos los ecotipos.