



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



ESTATUS TAXONÓMICO DE
Gerres cinereus (Walbaum, 1792),
(TELEOSTEI: GERREIDAE).

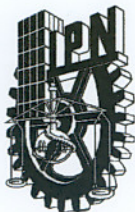
TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO
DE MAESTRÍA EN CIENCIAS
EN
MANEJO DE RECURSOS MARINOS

PRESENTA

B. M. LUIS ARTURO BURNES ROMO

LA PAZ, B.C.S., MAYO DE 2009



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 12:00 horas del día 25 del mes de Mayo del 2009 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

"ESTATUS TAXONÓMICO DE *Gerres cinereus* (Walbaum, 1792) (Teleostei: Gerreidae)"

Presentada por el alumno:

BURNES
Apellido paterno

ROMO
materno

LUIS ARTURO
nombre(s)

Con registro:

A	0	7	0	2	0	6
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

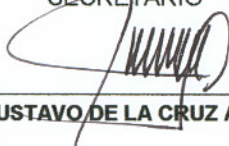
Director de tesis
PRIMER VOCAL


DR. JOSÉ DE LA CRUZ AGÜERO

PRESIDENTE


DR. JOSÉ LUIS CASTRO AGUIRRE

SECRETARIO


MC. GUSTAVO DE LA CRUZ AGÜERO

SEGUNDO VOCAL


DR. ADRIÁN FELIPE GONZÁLEZ ACOSTA
2°. DIRECTOR

TERCER VOCAL

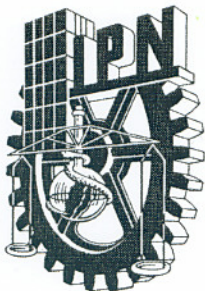

DR. GORGONIO RUIZ CAMPOS

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO


DR. RAFAEL CERVANTES DUARTE



IPN
CICIMAR
DIRECCION



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 25 del mes Mayo del año 2009, el (la) que suscribe LUIS ARTURO BURNES ROMO alumno(a) del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS con número de registro A070206 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de: DR. JOSÉ DE LA CRUZ AGÜERO y DR. ADRIÁN FELIPE GONZÁLEZ ACOSTA y cede los derechos del grabajo titulado: "ESTATUS TAXONÓMICO DE *Gerres cinereus* (Walbaum, 1792) (Teleostei: Gerreidae)"

al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: bigfish4u@hotmail.com jcruz@ipn.mx aacosta@ipn.mx

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.


BIOL. MAR. LUIS ARTURO BURNES ROMO

nombre y firma

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE	ii
LISTA DE TABLAS	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
GLOSARIO	vii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. BIOLOGÍA DE <i>Gerres cinereus</i>	4
1.2. MORFOMETRÍA GEOMÉTRICA	5
2. ANTECEDENTES	7
2.1. RESEÑA HISTÓRICA DEL GÉNERO <i>Gerres</i> EN AMÉRICA	9
2.2. RESEÑA HISTÓRICA DE <i>Gerres cinereus</i>	10
2.3. DESARROLLO HISTÓRICO DE LA MORFOMETRÍA EN PECES	13
3. JUSTIFICACIÓN	16
4. OBJETIVOS	18
4.1. OBJETIVO GENERAL	18
4.2. OBJETIVOS PARTICULARES	18
5. ÁREA DE ESTUDIO	19
6. MATERIAL Y MÉTODOS	20
6.1. REVISIÓN DE MATERIALES DE MUSEOS BIOLÓGICOS	20
6.2. EVALUACIÓN TAXONÓMICA DE <i>Gerres cinereus</i>	21
6.3. ANÁLISIS MERÍSTICO	22
6.4. ANÁLISIS MORFOLÓGICO	23



6.5. ANÁLISIS MORFOMÉTRICO	24
6.5.1. ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE TIPO GEOMÉTRICO	24
6.5.2. ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE TIPO TRADICIONAL	29
7. RESULTADOS	32
7.1. EVALUACIÓN MERÍSTICA	32
7.2. EVALUACIÓN MORFOMÉTRICA	34
7.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE <i>Gerres</i> EN AMÉRICA	48
7.4. CLAVE TAXONÓMICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE <i>Gerres</i> EN AMÉRICA	49
7.5. TAXONOMÍA DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO <i>Gerres</i> EN AMÉRICA	50
8. DISCUSIÓN	55
9. CONCLUSIONES	68
10. RECOMENDACIONES	69
11. LITERATURA CITADA	70
12. ANEXOS	84



LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Ámbito de distribución de <i>G. cinereus</i> en las costas del continente Americano _____	19
2	Caracteres merísticos considerados en este estudio _____	22
3	Cotas anatómicas seleccionadas a partir de la morfología externa de los ejemplares utilizados en los análisis de morfometría geométrica _____	26
4	Superposición de las cotas anatómicas digitalizadas (Coordenadas <i>procrustes</i>) _____	27
5	Cotas anatómicas seleccionadas para la comparación de distancias biométricas _____	30
6	Distancias morfométricas seleccionadas en la herramienta de morfometría tradicional _____	30
7	Proyección de <i>G. cinereus</i> de ambas cuencas en el plano de los dos primeros componentes principales, derivados de los caracteres morfométricos analizados _____	35
8	Proyección de <i>G. cinereus</i> de ambas cuencas en el plano del primer y tercer componente, derivados de los caracteres morfométricos analizados _____	35
9	Proyección en el plano definido por las variables canónicas 1 y 2 de los ejemplares analizados _____	39
10	Gradilla de deformación de los ejemplares de <i>G. cinereus</i> de la costa del Atlántico occidental _____	40
11	Gradilla de deformación de los ejemplares de <i>G. cinereus</i> de la costa del Pacífico oriental _____	41
12	Gradilla de deformación de los ejemplares de <i>G. cinereus</i> de ambas costas de América _____	41
13	Relación alométrica entre la longitud del pedúnculo caudal (LPC) y longitud cefálica (LC), con respecto a la talla (LP) _____	44
14	Relación alométrica entre la longitud del pedúnculo caudal (LPC) y la altura del pedúnculo caudal (APC), con respecto a la talla (LP) _	45



15	Relación alométrica entre la longitud del diámetro ocular (DO) en relación a la longitud cefálica (LC), con respecto a la talla (LP) _____	45
16	Relación alométrica entre la longitud de la segunda espina anal (L2EA) en relación a la longitud cefálica (LC), con respecto a la talla (LP) _____	46
17	Relación alométrica entre la longitud de la segunda espina anal (L2EA) en relación a la altura del pedúnculo caudal (APC), con respecto a la talla (LP) _____	46
18	Relación alométrica entre la longitud de la maxila (LM) en relación a la longitud cefálica (LC), con respecto a la talla (LP) _____	47
19	<i>G. cinereus</i> . CICIMAR-CI. S/N Boca Del Río, Veracruz, México, 191 mm LP. 1 – Abril – 2009 _____	49
20	<i>Gerres simillimus</i> . CICIMAR-CI. S/N. San Juan de la Costa, B.C.S. México, 236 mm LP. 18 – Junio – 2005 _____	49
21	<i>G. cinereus</i> (Walbaum, 1792). BMNH 1931.12.5 242, 191 mm LP; Loc: Antigua, Antillas Menores _____	50
22	<i>G. simillimus</i> Regan, 1907. CICIMAR CI-1304, 236 mm LP; Loc: Puerto Escondido, Loreto, B.C.S. México _____	52



LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
I	Resumen de préstamos por institución _____	21
II	Intervalo de tallas (longitud patrón) de los ejemplares analizados ____	21
III	Frecuencia de los conteos merísticos de de los organismos de género <i>Gerres</i> en ambas costas de América _____	33
IV	Resumen de la función del AVC para 18 variables analizadas _____	36
V	Coefficientes normalizados de las variables canónicas generadas en el análisis de variables canónicas _____	37
VI	Resumen de las variables evaluadas del análisis de variables canónicas _____	38
VII	Matriz de clasificación de <i>G. cinereus</i> del Atlántico (GCA), <i>G. cinereus</i> del Pacífico (GCP) y <i>Eucinostomus gula</i> (EG) _____	38
VIII	Distancias cuadráticas de Mahalanobis, obtenidas de las distancias entre los centroides de las variables para <i>G. cinereus</i> del Atlántico, <i>G. cinereus</i> de Pacífico y <i>E. gula</i> _____	39
IX	Distancias biométricas derivadas del análisis de morfometría tradicional _____	42



GLOSARIO

Alometría: Término que se refiere a los cambios de dimensión relativa de las partes corporales correlacionados con los cambios en la talla de un organismo.

Análisis de Variables Canónicas (AVC): Método de análisis multifactorial cuyo objetivo es buscar las relaciones que pueda haber entre dos grupos de variables y la validez de las mismas.

Análisis de Componentes Principales (ACP): Un método de ordenación multifactorial usado para determinar a que grupos discretos pertenece un conjunto de especies o taxones.

Análisis Discriminante: Un método de análisis de grupos ponderado encaminado a aumentar al máximo la probabilidad de identificar de manera correcta a un espécimen desconocido que pertenece a uno de dos o más taxones de difícil distinción.

Binomio: La combinación de un nombre genérico y uno trivial (la especie) nombre que comprende el nombre científico (latín) de un organismo.

Caracteres merísticos: Estructuras externas cuantificables comunes a la mayoría de los seres vivos; en los peces es, algunas de estas estructuras son: aletas (pares e impares), escamas, branquiespinas, etc.

Caracteres morfométricos: Aquellas estructuras referentes a las dimensiones relativas de ciertas partes del organismo, que pueden tener atributos morfométricos de valor diagnóstico.

Centroide: El punto en un espacio multidimensional donde cada eje representa una variable o carácter el cual es definido por el valor promedio de cada carácter para un grupo de taxones.

Clase: Categoría taxonómica formal entre el Phylum y el Orden

Clasificación: Área de la taxonomía referente al arreglo (orden jerárquico) de los taxones en una clasificación biológica.

Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (ICZN, por sus siglas en ingles): Código que regula de manera formal la aplicación de nombres a los miembros del reino animal vivos y extintos a través de sus reglas y que además proporciona recomendaciones y principios.

Congenerico: Dos o más especies que pertenecen al mismo género; por tanto congéneres.

Cotas, marcas o landmarks homólogos: Se basan en el uso de coordenadas en dos o tres dimensiones que definen la posición de estructuras homólogas sobre los organismos.

Descripción original: La diagnóstico hecha en la primera publicación que designa a un nuevo taxón y que pretende caracterizarlo para que pueda distinguirse de otros taxones existentes.

Designación: (1) el acto de un taxónomo por el cual un espécimen de una serie de paratipos o sintipos se selecciona como el lectotipo; (2) la selección subsecuente como especie tipo de un género, de uno de los congéneres descritos, cuando el autor original no especificó una especie tipo. (En el Código se enlistan los factores a tomar en cuenta cuando una especie o un espécimen necesitan ser designados como un tipo).

Dicotomía: Punto de decisión en una clave taxonómica donde se presentan dos opciones.

Ecotipo: Una forma distinta de un organismo que se desarrolla bajo un conjunto de condiciones medioambientales.

Endémico: Un taxón, por lo general una especie, restringida a un área en la que se originó.



Especiación: El conjunto de procesos que dan origen a nuevos linajes evolutivos a partir de especies ancestrales.

Especie biológica: Una definición de especie que se basa en el principio de que el flujo genético ocurre de manera usual y frecuente entre los miembros de una especie y nunca o de manera escasa entre las especies diferentes (*cf.* Especies filogenéticas). La definición de especie biológica no incluye a organismos asexuales.

Especie tipo: La especie designada como el tipo de un género.

Especies crípticas: Pares o grupos de especies biológicas que son difícil de definir o distinguir con base a los caracteres morfológicos externos.

Especies gemelas: Cualquiera de dos especies muy relacionadas que sólo pueden distinguirse por algunos caracteres crípticos pero que se encuentran genéticamente aisladas entre sí. Por implicación, son grupos fraternos ("sister groups").

Espécimen tipo: Espécimen o cualquier miembro de una serie de especímenes (la serie tipo) en la cual se basó la descripción original de la especie.

Espécimen voucher: Espécimen (o sus restos) que se usó en un estudio y qué se deposita en una colección permanente para proporcionar la evidencia con respecto a la identidad del material estudiado.

Familia: Un grupo taxonómico clasificatorio formal entre el orden y género.

Filogenia: La historia evolutiva de un grupo de taxones.

Forma: En morfometría la forma se describe a través de puntos de un objeto.

Género: Un grupo taxonómico clasificatorio formal que comprende una o más especies que se consideran emparentadas de manera cercana.

Género tipo: El género sobre el cual se basa una familia.

Holotipo: El espécimen en que el concepto de una especie o subespecie se basa. En la mayoría de los casos los holotipos deben ser un solo espécimen identificado como tal por el autor original.

Homología: Las similitudes entre estructuras u otros caracteres en dos o más taxones que son el resultado de su herencia de un antepasado común (*cf.* analogía).

Homónimo: Cualquiera de dos o más nombres científicos idénticos que podrían causar un conflicto de interpretación en taxonomía. En la práctica, la homonimia aplica a nombres de especies que pertenecen a un sólo género, o nombres de género dentro de cualquiera de los dominios de los cuerpos reguladores internacionales que tratan con la nomenclatura.

Homónimo primario: Cualquiera de dos nombres idénticos de la especie que fueron erigidos de manera original (no necesariamente diferentes) para varios taxones en el mismo género; sólo uno puede ser un nombre válido, el otro debe ser reemplazado.

Homónimo secundario: Nombres de especies que, aunque descritos de manera original en géneros separados, se volvieron homónimos cuando fueron incluidos de manera subsecuente bajo el mismo nombre genérico por el autor de una revisión.

Incertae sedis: Señala la incapacidad para ubicar de manera exacta un taxón (por ejemplo una especie o género) dentro de la clasificación. Su necesidad refleja la parcialidad del conocimiento sistemático, y detrás de su uso hay lo más a menudo una falta de acuerdo entre los especialistas, no carencia de información ni de hipótesis acerca del parentesco. Su



uso debe considerarse provisional y dura tanto como se tarda en reunir las pruebas de las relaciones del taxón.

Lectotipo: Un espécimen seleccionado de la serie tipo de una especie descrita de manera previa para aclarar la identidad de esa especie.

Matriz de configuración: Contorno que se tiene de la disposición de los ejes y su espacio, de manera común representado en las variables x y z.

Merística: Referente al número de partes que posee un organismo, o bien la serie de elementos contables en que está dividido (e.g. número de radios y espinas en las aletas, miómeros, branquiespinas, etc.).

Métodos de superposición: Es un conjunto de hiperesferas de las coordenadas *procrustes*, generadas con el programa TPS y donde son equivalentes a los sistemas de coordenadas.

Monotípico: Un taxón que contiene a sólo un miembro de un taxón subordinado; por ejemplo, un género que contiene sólo una especie o un orden que contiene sólo una familia.

Morfología: Rama de la biología que estudia la forma física y estructural de los organismos como un todo.

Morfometría: Todo lo relativo a medidas o dimensiones de la forma de un organismo; incluye proporciones del cuerpo o las relaciones en el tamaño de varias características morfométricas del animal. También se define como el empleo de métodos numéricos para el análisis de la forma corporal de un organismo, en relación con su tamaño.

Morfometría geométrica: Estudia los cambios en el tamaño y la forma a partir del desplazamiento en el plano (2D) o en el espacio (3D) de un conjunto de puntos morfológicos o landmarks.

Neotipo: Especimen seleccionado para representar y designar a una especie previamente descrita cuyo material tipo original está perdido o destruido. Deben escogerse los neotipos de manera cuidadosa y preferentemente de la misma ubicación del holotipo original.

Nombre científico: Para las especies, su binomio (es decir su género y el nombre de la especie), para una subespecie, su trinomio (es decir su género, especie y nombre de la subespecie).

Nombre de reemplazo: Nombre científico propuesto para reemplazar un nombre que se ha demostrado ser un homónimo junior.

Nombre rechazado: Cualquier nombre para un organismo diferente de su nombre válido.

Nombre válido: El nombre científico correcto para un taxón.

Nomen conservandum: (nombre retenido) un nombre que sería inválido de acuerdo con el Código apropiado, pero que es reconocido como válido mediante los poderes plenarios de la Comisión apropiada.

Nomen dubium: (nombre dudoso) un nombre científico que no puede asociarse con certeza a cualquier taxón conocido, porque la descripción original es inadecuada y el espécimen del tipo está perdido o en una mala condición de conservación.

Nomen novum: (nombre nuevo) un nombre propuesto para reemplazar un nombre existente que queda inválido debido a la homonimia.

Nomen nudum: (nombre desnudo) un nombre científico publicado (el binomio latino) referido a un organismo que no existe o que no se ha descrito de acuerdo con el Código pertinente.



Nomenclatura: Proceso de asignar los nombres científicos correctos a los organismos de acuerdo con los Códigos pertinentes.

Orden: Categoría taxonómica sobre la familia y debajo de la clase.

Paralectotipo: En la nomenclatura zoológica los especímenes restantes de una serie del tipo (e.g. los paratipos) después que un lectotipo ha sido designado (=Lectoparatipo).

Paratipo: Un espécimen o especímenes, suplementarios al holotipo, utilizado por el autor original como la base de una nueva especie.

Parónimo: Un nombre científico basado y/o en honor de una persona.

Prioridad: Principio fundamental de los sistemas nomenclaturales que establecen que el nombre válido de un taxón, si más de uno se ha asignado, es aquel que se haya publicado primero. Este principio puede ser sobrescrito por causa de la estabilidad.

Radios: Elementos óseos que dan soporte a las aletas, incluye radios suaves; los radios por lo general se encuentran segmentados, las espinas no. Sin embargo, el término radio denota solo a los radios suaves.

Serie tipo: Todos los especímenes de una especie en que el autor original basó la descripción original pero excluyendo cualquiera que el autor haya mencionado de manera específica como variantes o como miembros dudosos de la especie.

Similitud: Una medida del parecido entre dos taxones u especímenes.

Sinónimo: Cada uno del conjunto de nombres genéricos o específicos diferentes que pueden aplicarse a un solo taxón como resultado de que este taxón ha sido descrito en más de una ocasión (normalmente pero no siempre por los autores diferentes).

Sintipo: Cualquier miembro de una serie tipo para la cual no se ha designado holotipo o lectotipo.

Sistemática: Algunas veces tratada como sinónimo de taxonomía, entendida aquí como una rama de la biología que estudia la clasificación y origen de los organismos en sus aspectos nomenclaturales, filogenéticos, evolutivos y biogeográficos.

sp.: Abreviación para "especie" (singular). Usado cuando se desconoce la identidad específica.

spp.: Abreviación para "especies" (plural). Puede indicar varias especies del mismo género.

Tautonomía: Lo idéntico (o a veces la ortografía casi idéntica) de un nombre genérico, específico o subespecífico.

Taxón: Cualquier unidad taxonómica definible, por ejemplo la subespecie, la especie, la tribu, el género, la familia.

Taxones: Plural de taxón.

Taxonomía: La teoría y práctica de la descripción de la diversidad de organismos y su ordenamiento, en un sistema basado en un código de nomenclatura biológica y ubicados de acuerdo con sus relaciones en un esquema jerárquico.

Taxonomía alfa: El proceso de identificar a las especies.

Taxonomía numérica: Cualquier acercamiento numérico a la taxonomía. Métodos que buscan agrupar y clasificar a los taxones con base en su similitud.

Topotipo: Un espécimen originario de la localidad típica de una especie y que se supone pertenece a esa especie.



TPS (Thin Plate Spline): Método que se basa en los modelos de transformación de láminas de metal muy delgados empleados en física y que en morfometría se refiere al análisis de los cambios geométricos en una estructura, basándose en los desplazamientos de puntos específicos.

TPSDig: Programa que se utiliza para digitaliza los puntos, landmarks homólogos de cada una de las imágenes de los organismo proporcionándonos el nombre del archivo para cada uno de los ejemplares así como el registro de foto. Este programa también captura regiones adjuntas, perímetros de distancias lineales.

REFERENCIAS:

- De La Cruz-Agüero, J. 2001. Sistemática y Biogeografía de las especies del género *Eucinostomus* (Teleostei: Gerreidae). *Tesis de Doctorado en Ciencias Marinas*. CICIMAR-IPN. México. 181 p.
- González-Acosta, A. F. 2005. Estudio sistemático y biogeográfico del género *Eugerres* (Perciformes: Gerreidae). *Tesis de Doctorado en Ciencias Marinas*. CICIMAR-IPN. México. 206 p.
- Lincoln, R. J., G. A. Boxshall y P. F. Clark. 2001. *A Dictionary of Ecology, Evolution and Systematics*. Cambridge University Press. Cambridge, Inglaterra. 371 p.
- Llorente-Bousquets, J. (1994). Conceptos en cladismo. Capítulo VII, p. 117-141. En J. Llorente-Bousquets & I. Luna-Vega (comps.). *Taxonomía biológica*. Ediciones Científicas Universitarias, UNAM, México.
- Morrone, J.J. 2001. *El lenguaje de la cladística*. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 109 p.
- Quicke, D.L.J. 1996. *Principles and techniques of contemporary taxonomy*. Blackie Academic & Profesional. Londres, Inglaterra. 311 p.



RESUMEN

Dentro de la familia Gerreidae, se distingue una problemática taxonómica entre grupos relacionados de manera filogenética; en este contexto se encuentra *Gerres*, un género monotípico en América, cuya taxonomía aun permanece sin clarificación. Actualmente sólo el taxón *Gerres cinereus* (Walbaum, 1792), es reconocido como especie válida para las costas del Atlántico y Pacífico. Si bien en la literatura ictiológica ha sido mencionada la posibilidad de nombrar a la forma del Pacífico oriental como *Gerres simillimus* Regan, 1907, aún no han sido realizados los estudios formales que permitan confirmar tal hipótesis, por lo que ésta última ha sido considerada como un sinónimo de *G. cinereus*. De acuerdo a lo anterior, en el presente trabajo se revisó el estatus taxonómico del género *Gerres* en América. Los análisis merísticos, morfológicos y morfométricos realizados con 155 ejemplares provenientes de ambas costas (46 de la vertiente Atlántica y 109 del Pacífico) mostraron diferencias en algunos caracteres merísticos (e.g., número de escamas con poro en la línea lateral, número de escamas entre el punto medio de la base de la aleta dorsal y la línea lateral, número de barras laterales) y proporciones biométricas (e.g. diámetro ocular con respecto a la longitud cefálica, longitud de la segunda espina anal en relación a la altura y longitud del pedúnculo caudal y longitud del pedúnculo caudal con respecto a su altura). Para corroborar las diferencias observadas, se realizó el análisis morfométrico de tipo geométrico con todos los ejemplares, a través de la ubicación de once cotas anatómicas establecidas a lo largo de la morfología externa de cada organismo. La digitalización y análisis de las formas se llevaron a cabo mediante el empleo de los programas de la serie TPS e IMP con el propósito de probar la hipótesis de la existencia de más dos grupos en la muestra. El análisis de componentes principales (ACP) mostró la segregación de los organismos en dos grupos morfológicamente diferentes, en donde las tres primeras componentes explican el 50% de la varianza. De manera posterior, se aplicó un análisis de variables canónicas (CVA), el cual permitió evaluar la consistencia de las agrupaciones antes referidas, a través del cálculo de lambda de Wilks (λ) = 0.09863 ($F_{(36,412)} = 24.997$ $p < 0.0000$). Se utilizó como grupo externo a la especie *Eucinostomus gula* y se determinaron dos variables canónicas CV1 (80%) y CV2 (20%), que en su conjunto representaron el 100% de la varianza total del modelo. Al aplicarse la prueba de asignación de individuos a los grupos, basada en las distancias cuadráticas de Mahalanobis, se obtuvo una correcta asignación de los ejemplares a cada cuenca. Estos resultados podrían observar una discriminación entre los grupos Atlántico y Pacífico, por lo cual se apoya la hipótesis sobre la existencia de dos morfotipos, que podrían corresponder a dos taxones con presencia en el continente Americano: *Gerres cinereus* (Walbaum, 1792) en la vertiente del Atlántico occidental y *Gerres simillimus* Regan, 1907 para el Pacífico oriental.



ABSTRACT

Among the Gerreidae family, there is a general recognized taxonomic problematic. Particularly, the genus *Gerres* has not been matter of a taxonomic revision. Thus, the amphiamerican *G. cinereus* (Walbaum, 1792) was recognized as the valid species from both coasts. Regan (1906-1908) described to *G. simillimus* to distinguish the specimens living along the eastern Pacific; however, actually there are not taxonomical studies that could confirm this hypothesis. A taxonomic study was performed on the basis of the review of the original diagnosis and meristic, morphological and morphometrics analysis, based on the examination of 155 specimens (46 from western Atlantic and 109 from eastern Pacific). Meristics (e.g. pored lateral line scales, number of scales between the mid-point of the base of the dorsal-fin and lateral line and the number of vertical bars) and the biometric relationships (e.g. orbit diameter in head length, second anal-spine length in depth and length of the caudal peduncle, respectively, and length of the caudal peduncle in caudal peduncle depth) were the most significative morphological features to distinguish between the specimens from both coasts. The application of a multivariate analysis based on geometric morphometrics was conducted with the establishment of 11 landmarks along the fish body; digitalization and shape analysis were performed with the IMP and TPS programs. The principal component analysis (PCA) provided two main groups with the three first components explained the 50% of the variance. The canonical analysis (CVA) produced two significant canonical variates ((Wilks' Lambda = 0.09863, $F_{(36,412)} = 24.997$ $p < 0.0000$) accounting for 100% of the variation (CV1 = 80%; CV2 = 20%). The Mahalanobis distances showed a correct designation of specimens from Pacific and Atlantic basin. Our results allowed validate the hypothesis about the presence of two morphotypes of the genus *Gerres* in America. Therefore, individuals from the western Atlantic must be named as *G. cinereus* (Walbaum, 1792), whereas those from eastern Pacific are proposed to be recognized as *G. simillimus* Regan, 1907.



1. INTRODUCCIÓN

La Taxonomía es la disciplina científica que comprende la teoría y la práctica de describir, nombrar y clasificar a los organismos (Mayr *et al.*, 1953; Lincoln *et al.*, 2001). Su aplicación en el grupo de los peces sigue criterios que no difieren de aquellos aplicables a géneros y especies de todos los grupos animales, ya que los procesos de especiación son semejantes a través de todos los miembros de este grupo zoológico (Hubbs, 1943); así, los caracteres taxonómicos deben estar sujetos a una evaluación precisa para poder establecer diferencias reales entre las especies (Hubbs, 1943; Wilson y Brown, 1953). Estos organismos se encuentran sujetos a criterios específicos estrictos de sus caracteres taxonómicos, lo cual ha permitido que los arreglos entre estos puedan ser reconocidos (Wilson y Brown, 1953).

Los peces son organismos que poseen gran capacidad adaptativa que les ha permitido habitar la totalidad de los ambientes acuáticos (marinos y dulceacuícolas); esto es debido a que poseen una amplia y compleja diversidad morfológica, fisiológica y conductual (Bone *et al.*, 1995; Moyle y Cech, 2000). Lo anterior se refleja en el gran número de especies conocidas, cuyo cálculo hasta 2008 alcanza las 30,959 (Eschmeyer y Fricke, 2009). Durante los últimos 20 años se han descrito nuevos taxones a una velocidad promedio de 330 especies por año; el 2008 fué el año con el mayor número de especies registradas (501 formas no conocidas hasta entonces para la ciencia), lo cual podría indicar la utilidad de las diversas herramientas actuales para detectar caracteres taxonómicos únicos en los morfotipos analizados (Eschmeyer y Fong, 2009).

A pesar de tener una reconocida problemática taxonómica entre grupos relacionados de manera filogenética, la mayor parte de las descripciones de nuevas especies se ha realizado dentro del orden Perciformes, que representa el grupo más diverso de peces e incluso el más grande de todos los vertebrados vivos (Helfman *et al.*, 1997; Moyle y Cech, 2000). Este orden está compuesto por cerca de 160 familias, las cuales constituyen la ictiofauna más representativa de ambientes



costeros y epipelágicos (Nelson, 2006). La gran plasticidad adaptativa de los Perciformes ha originado varios problemas desde el punto de vista clasificatorio, ya que pocos caracteres taxonómicos complejos permanecen constantes y libres de convergencias y paralelismos, por lo que la identificación de grupos menos conservativos ha llegado a ser complicada (Hubbs, 1943; Mayr *et al.*, 1953; Allen y Robertson, 1994; Brown y Lomolino, 1998).

Este tipo de problemas taxonómicos se presentan en la familia Gerreidae, que de acuerdo con Eschmeyer y Fricke (2009) y la información compilada a la fecha en Fishbase por Froese y Pauly (2009), está constituida por siete géneros y 54 especies: tres de estos géneros son monotípicos: *Parequula* Steindachner, 1879, *Pentaprion* Bleeker, 1850 y *Ulaema* Jordan y Evermann, 1895. En cuanto a los géneros, cuatro especies son válidas para *Diapterus* Ranzani, 1840; 10 para *Eucinostomus* Baird y Girard, 1855; siete en *Eugerres* Jordan y Evermann, 1927 y 30 para *Gerres* Cuvier *in* Quoy y Gaimard, 1824. Sin embargo, algunos autores han propuesto otros géneros que en la actualidad se reconocen como sinónimos: *Chthamaloptyx* = *Parequula*, *Clara* = *Pentaprion*, *Lepidochir* = *Eucinostomus*, *Moharra* = *Diapterus*, *Schizopterus* = *Diapterus*, *Xystaema* = *Gerres* (Froese y Pauly, 2009).

Estos peces denominados de manera frecuente como mojarra, poseen una distribución oceánica circumtropical y sólo se conoce una especie en ambientes estrictamente dulceacuícolas [*Eugerres mexicanus* (Steindachner, 1863)], la cual forma parte del componente vicario (Paxton y Eschmeyer, 1995; Helfman *et al.*, 1997; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; González-Acosta *et al.*, 2007a). Los guerreidos se caracterizan por poseer una boca extremadamente protráctil, que llegó a considerarse como carácter diagnóstico para su ubicación dentro de la familia Leiognathidae (e.g., Gosline, 1971). Sin embargo, estudios más detallados sobre la osteología del aparato bucal, que incluyen la estructura de sus mandíbulas, mostraron que tal similitud morfológica era el resultado de una evolución convergente entre estas familias (James, 1985; Paxton y Eschmeyer, 1995; De La Cruz-Agüero, 2001). Presentan además, una dentición de tipo viliforme en ambas mandíbulas, aletas dorsal y anal con una vaina escamosa y una aleta caudal profundamente



horquillada (Jordan y Evermann 1896; Nelson, 1994; Bussing, 1995; McEachran y Fechhelm, 2005).

Dentro del conjunto de géneros antes mencionado, se puede distinguir a cuatro de ellos que se caracterizan por su distribución anfiamericana: *Diapterus*, *Eucinostomus*, *Eugerres* y *Gerres* (Ortiz-Galindo, 1991; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; De La Cruz-Agüero, 2001; Gilmore y Greenfield, 2003; González-Acosta, 2005; González-Acosta *et al.*, 2007a,b; Froese y Pauly, 2009). De manera particular, el género *Gerres* se caracteriza por presentar el borde del hueso preopércular liso, carácter que comparte con *Eucinostomus*, pero se distingue de éste último, por la longitud de la segunda espina anal que es mayor que la altura del pedúnculo caudal y por la ausencia de un cono interhemal (carácter diagnóstico de *Eucinostomus*), estructura de forma cilíndrica hueca, que resulta de la fusión de los dos primeros pterigióforos anales (Picciolo, 1960; De La Cruz-Agüero, 2001). Asimismo, poseen coloración plateada con presencia de barras verticales en los costados del cuerpo, carácter ausente en *Eucinostomus* (Randall y Vergara, 1978; Schmitter-Soto, 1998; Castro-Aguirre *et al.*, 1999). Por otro lado, *Gerres* se distingue del género *Eugerres*, por la ausencia de un preopérculo y un preorbital aserrado y de *Diapterus*, por la ausencia de preopérculo aserrado y presencia de un preorbital liso (Eschmeyer, 1990; Bussing, 1995; González-Acosta, 2005; González-Acosta *et al.*, 2005, 2007a).

En este contexto, *Gerres* representa uno de los géneros de mojarra aún no bien definido en su taxonomía, ya que presenta una problemática nomenclatural común a los miembros de la familia Gerreidae. Lo cual se podría atribuir a que varias especies se conocen sólo a través de sintipos, holotipos y/o lectotipos, sin que su estatus taxonómico haya sido revisado de manera reciente (Matheson, 1983; De La Cruz-Agüero, 2001; González-Acosta, 2005); además, la sobreposición de las características merísticas y morfológicas confunden y dificultan su identificación (e.g. Bussing, 1995; Tapia-García y Ayala-Pérez, 1997).



En la actualidad se reconocen 30 especies dentro del género *Gerres* con un miembro distribuido en las costas del nuevo mundo y el resto distribuidas en la región del Indo-Pacífico (Froese y Pauly, 2009). En las costas americanas este género permanece aún sin ser estudiado en su taxonomía alfa, reconociéndose como un género monotípico, cuya especie es *Gerres cinereus* (Walbaum, 1792). Tal situación ha ocasionado diversos problemas nomenclaturales, por ejemplo: Regan (1906-1908) propuso un nombre diferente para la forma de *G. cinereus* que se distribuye en el Pacífico oriental, a la cual denominó como *G. simillimus* Regan, 1907. No obstante, Meek y Hildebrand (1925) consideraron que no existían diferencias entre los ejemplares de ambas costas, por lo que postularon la existencia de una sola especie en América y la denominación de *G. simillimus* como un sinónimo de *G. cinereus*.

Estudios posteriores realizados en guerreidos de los océanos Atlántico y Pacífico de América, plantearon la posible existencia de un complejo de especies en *G. cinereus* (e.g., Matheson, 1983; Antuna-Mendiola *et al.*, 2003; Nelson *et al.*, 2004). De igual manera, Curran (1942) y Matheson (1983) retomaron la hipótesis de Regan (1907) sobre las diferencias entre los morfotipos de *Gerres* de ambas costas y reconocieron la existencia de más de una forma, por lo que recomendaron llevar a cabo trabajos taxonómicos más detallados para solucionar este problema. Con base en lo anterior, el presente aborda la revisión del estatus taxonómico de *G. cinereus* en las costas de América, lo cual permitiría reconocer la existencia de una sola especie o rechazar la idea de la existencia de un género monotípico en América.

1.1. BIOLOGÍA DE *Gerres cinereus*.

Habitan aguas costeras poco profundas con fondos lodosos y arenosos de bahías, áreas de pastos marinos, praderas de *Thalassia*, manglares, arrecifes de coral e incluso cenotes anquihalinos (Schmitter-Soto, 1998). Migran durante el día entre estos biotopos e incursionan hacia aguas continentales y salobres con salinidades de hasta 2 ppm (González-Acosta, *com. pers.*¹). Organismos bentófagos que llegan a consumir plantas e insectos y pueden llegar a formar cardúmenes de tamaño



considerable para alimentarse (Chávez-Comparán y Hammann, 1989; De La Cruz-Agüero *et al.*, 1997). Presentan sexos separados, aunque se han descubierto individuos excepcionales con un testículo y un ovario (Schmitter-Soto, 1998; McEachran y Fechhelm, 2005). Alcanzan la madurez sexual entre el primer y segundo año de edad. Se reproducen todo el año con un pico en agosto (Schmitter-Soto, 1998). Su crecimiento presenta cierta alometría y tasas más elevadas que otros grupos de la familia. El tamaño máximo en el Atlántico es de 41 cm de longitud total (McEachran y Fechhelm, 2005) y de 47.5 cm de longitud total para el Pacífico oriental (Rodríguez-Romero *et al.*, 2008), esta última se considera como la talla máxima para cualquier miembro de la familia Gerreidae (*e.g.*, Bussing, 1995; McEachran y Fechhelm, 2005; Miller *et al.*, 2005).

1.2. MORFOMETRÍA GEOMÉTRICA.

La morfología es la disciplina que trata del estudio de la estructura y forma de los objetos; mientras que la morfometría es la rama encargada de cuantificar los atributos morfológicos, reduciéndolos a abstracciones numéricas (Bookstein, 1991; Adams *et al.*, 2004). Debido a los conceptos teóricos y herramientas que utiliza la morfometría, esta se puede dividir en clásica (medición de las estructuras por medio de distancias lineales de un punto a otro de manera directa sobre el objeto) y geométrica (métodos relacionados con la descripción y análisis de objetos geométricos, basado en las relaciones angulares entre estructuras homólogas), la cual constituye en la actualidad uno de los métodos mas utilizados para describir la forma de los seres vivos y algunas de sus estructuras biológicas. Esta herramienta se construye a través de cotas (coordenadas de puntos representadas en un plano cartesiano, llamadas también hitos o marcas anatómicas) que permiten, visualizar las diferencias entre la forma de los individuos, así como recuperar y representar de manera gráfica la información espacial de estos (Rohlf, 1990; Becerra y Valdecasas, 2003).

¹Adrián Felipe González Acosta es Profesor Investigador adscrito a la Colección Ictiológica (CI) del CICIMAR-IPN. Ave. Instituto Politécnico Nacional s/n Col. Playa Palo de Santa Rita. 23096. La Paz, B.C.S. México. 2009.



La morfometría geométrica estudia la forma de los organismos a partir de dos componentes: la forma y el tamaño; que se puede realizar mediante diferentes métodos de superposición. El análisis generalizado, llamado *Procrustes* (GPA por sus siglas en inglés), es uno de los métodos de superposición más utilizados, debido a que incorpora información de todas las cotas (Hammer, 2002). Este método traslada la matriz de configuración (conjunto de coordenadas de todas las cotas), de manera que coincidan los centroides (promedio de las coordenadas digitalizadas); asimismo estandariza las dimensiones haciendo que el tamaño del centroide sea igual a uno y rota cada configuración, por lo cual minimiza la suma del cuadrado de las distancias entre las cotas anatómicas de los ejemplares analizados (Rohlf, 1990).

Una de las ventajas del uso de la morfometría geométrica, es que las variables no sólo contienen información de tamaño, sino que además aportan información sobre la dimensión espacial de los especímenes cuando son analizadas con métodos multifactoriales (e.g. el algoritmo *thin plate spline* o TPS, por sus siglas en inglés), que permiten visualizar el espacio tangente en los análisis estadísticos de la variación de forma (Bookstein, 1989). Este algoritmo permite analizar los cambios geométricos de los especímenes, basándose en los desplazamientos de puntos específicos (Bookstein, 1991). Los cambios de la forma, analizados a través del TPS se dividen en dos componentes que se convierten en las variables de los análisis estadísticos: deformaciones principales (*Principal Warps*) que describen los cambios entre un objeto y la referencia presentados en una dirección lineal; y deformaciones parciales (*Partial Warps* = PW), las cuales analizan las diferencias locales de la forma a través de deformaciones no lineales del objeto. Debido a que estas variables poseen dimensión espacial, el cambio de forma de las configuraciones es analizado a través de las láminas de deformación que muestran el desplazamiento de cada variable de los individuos respecto a la configuración promedio (Zelditch *et al.*, 2004).

Las deformaciones obtenidas, representan las variables individuales que describen de una manera más precisa, los atributos morfológicos de las formas o estructuras biológicas analizadas (Hammer, 2002).



2. ANTECEDENTES

Los miembros de la familia Gerreidae cumplen un papel fundamental en la estructura de algunos ecosistemas acuáticos marinos y dulceacuícolas de las regiones tropicales y subtropicales del planeta, lo cual ha ocasionado la generación de abundante cantidad de trabajos sobre la ecología trófica, aspectos reproductivos y otros atributos de la biología básica de sus especies (e.g. Prabhakara-Rao, 1968; Austin, 1971; Yáñez-Arancibia, 1978; Vargas-Maldonado *et al.*, 1981; Aguirre-León *et al.*, 1982; Báez y Álvarez-Lajonchere, 1983; Cyrus y Blaber, 1983; González y Rodríguez, 1983; Aguirre-León y Yáñez-Arancibia, 1986; Álvarez-Rubio *et al.*, 1986; Chávez-Comparán y Hammann, 1989; Varela, 1990; Arenas-Granados y Acero, 1992; Cunningham y Maciel, 1995; Teixeira y Helmer, 1997; Araujo y De Alcantara-Santos, 1999; González-Acosta, 1999; Aguirre-León y Diaz-Ruiz, 2000), desarrollo ontogenético (e.g. Kerschner *et al.*, 1985; Pérez-Hernández y Zavala-Hurtado, 1993; Álvarez-Hernández, 1999; Jiménez-Rosenberg *et al.*, 2003; Saldierna-Martínez, 2003), ámbito de distribución (Austin, 1973), osteología (Kusaka, 1974; Andreato, 1979, 1988, 1989; Andreato y Barbiéri, 1981; Lemos *et al.*, 1992; Barcelo-Márquez, 1998; Kobelkowsky, 2003; Kobelkowsky, 2004; Ortiz-Galindo *et al.*, 2008) y pesquerías (Baez-Hidalgo y Álvarez-Lajonchere, 1980; Ramires y Barrella, 2003).

Algunos estudios sobre guerreidos se han enfocado casi de manera exclusiva a la compilación de información y claves de identificación (e.g. Tapia-García y Ayala-Pérez, 1997), pero sin un estudio previo de su taxonomía, lo cual ha ocasionado que varias de las especies nominales de la familia Gerreidae hayan experimentado cambios en su nomenclatura (e.g., Curran, 1942) y su estatus taxonómico haya sido debatido de manera continua (e.g., González-Acosta *et al.*, 2005, 2007a,b).

Otros trabajos han abordado los aspectos taxonómicos y sistemáticos de los miembros de la familia Gerreidae; algunos de estos han estado enfocados a la región del Indo-Pacífico y Pacífico occidental y han dado como resultado la descripción de



nueve especies dentro del género *Gerres*, así como permitido la aclaración de los estatus nomenclaturales de algunas de sus especies (e.g., Iwatsuki y Kimura, 1997; Iwatsuki y Kimura, 1998; Iwatsuki *et al.*, 1999a; Iwatsuki *et al.*, 1999b; Iwatsuki y Heemstra, 2001; Iwatsuki *et al.*, 2001a; Iwatsuki *et al.*, 2001b; Iwatsuki *et al.*, 2001c; Iwatsuki *et al.*, 2002; Chakraborty *et al.*, 2006; Iwatsuki *et al.*, 2007; Iwatsuki y Heemstra, 2007). De manera reciente se han llevado a cabo estudios cuyo objetivo ha sido esclarecer la problemática nomenclatural que presentan los miembros americanos de la familia. Entre estos destaca la revisión del género *Eucinostomus*, (e.g. Curran, 1942; Zahuranec, 1967; Matheson, 1983). De La Cruz-Agüero (2001) estableció mediante el empleo de criterios morfométricos y osteológicos, la validez taxonómica de ocho especies en este género; al mismo tiempo propuso el reconocimiento de *G. cinereus* como la especie fraterna del género *Eucinostomus* y ofreció una primera hipótesis sobre las relaciones filogenéticas de los guerreidos. Deckert (1973) y Deckert y Greenfield (1987), llevaron a cabo la revisión de *Diapterus* y *Eugerres*, y propusieron la existencia de un nuevo género: *Schizopterus*. Asimismo, Álvarez-Pliego (2004) describió el desarrollo osteológico de *Diapterus peruvianus* [*sensu lato*], desde su ontogenia inicial y reconoció a los géneros *Gerres* y *Eucinostomus* por la forma del epural. Por otra parte, Ortiz-Galindo (1991) describió la ontogenia inicial de *Eugerres axillaris* (= *E. lineatus*) mientras que González-Acosta (2005) y González-Acosta *et al.*, (2005; 2007a), realizaron una revisión del género *Eugerres*, donde aclaran la confusión nomenclatural que existía entre algunas de sus especies (e.g. *E. axillaris* - *E. lineatus*) debida al incorrecto número de branquiespinas asignadas entre estas dos especies. De manera reciente, González-Acosta *et al.*, (2007b), llevaron a cabo una revisión del estatus taxonómico de *Diapterus peruvianus* (*sensu lato*) del Pacífico oriental, y reconocieron al binomio *Diapterus brevirostris* como el nombre correcto para esta forma y a *Gerres peruvianus* como una entidad *incertae sedis* en el grupo.

A pesar de que la validez y los límites genéricos y específicos de los guerreidos del nuevo mundo han sido debatidos de manera constante por diversos autores durante el último siglo, en la actualidad aún permanece cierta confusión. Diversos estudios taxonómicos se han planteado la incógnita de la probable



existencia de especies distintas de *Gerres* en ambas costas (e.g. Matheson, 1983; Antuna-Mendiola *et al.*, 2003; Nelson *et al.*, 2004). Del mismo modo, Curran (1942) y Matheson (1983), propusieron aceptar la hipótesis de Regan (1906-1908) sobre las diferencias específicas de *Gerres* y la probable presencia de mas de una especie entre las costas del Atlántico occidental y las del Pacífico oriental, por lo que recomendaron realizar trabajos comparativos detallados para solucionar tal problema.

De tal manera que de los cuatro géneros anfiamericanos reconocidos, sólo *Gerres* permanece aún sin ser estudiado en su taxonomía, por lo que se requiere llevar a cabo una revisión detallada que clarifique las hipótesis planteadas en relación con la existencia de más de una especie en este grupo (e.g., Nelson *et al.*, 2004).

2.1. RESEÑA HISTÓRICA DE *Gerres* Cuvier *in* Quoy y Gaimard, 1824

Este nombre genérico fue estudiado por primera vez por el naturalista francés Georges Cuvier con una muy breve descripción dentro de su obra *Regne Animal* en 1829 (Curran, 1942). Con esta denominación hacía referencia a un nombre latinizado y citado desde la antigüedad en Roma por Plinio, el cual se refiere a una cierta clase de peces que podrían corresponder a aquellos de la familia Centranchantidae (De La Cruz-Agüero, 2001). Sin embargo, fueron los naturalistas franceses Jean Rene Constant Quoy y Joseph Paul Gaimard, quienes en 1824, lo nombraron basándose en un manuscrito previo de Cuvier. Al publicar Cuvier y Valenciennes la obra "*Histoire Naturelle des Poissons*" en 1830, ubicaron a este género dentro del grupo de "*Les Ménides*" o "*Sparoides*" (Curran, 1942). De manera posterior, el zoólogo alemán Albert Günther publicó su obra "*Catalogue of the Fishes in the British Museum*" (1859). En el primer tomo agrupó a estas especies bajo el nombre genérico de *Gerres* dentro de la familia Pristipomatidae, situación que cambió al publicarse el cuarto tomo de la obra, en la cual cambió de posición al género y lo erigió dentro de su propia familia natural, llamada "*Gerridae*" (Curran, 1942; Deckert, 1973). Debido a que el nombre de *Gerridae* se encontraba ya asignado a *Gerris* un insecto hemíptero, en 1850 el naturalista danés Theodore Cantor propuso el nombre de *Catochaenum* como sustituto (Curran, 1942). Sin embargo, en 1923, el ictiólogo norteamericano



David Starr Jordan (véase Hays, 1952, para una compilación completa de su obra) y algunos de sus colaboradores de la época no consideraron necesario el cambio debido a la consideración de que no eran taxones idénticos y propusieron en su lugar el nombre de Xystaemidae (Xystaemaetidae) para la familia y así evitar la homonimia (Jordan, 1923; De la Cruz-Agüero, 2001).

En 1942, Wesley Curran en su disertación doctoral planteó el nombre de Gerridae para los peces y Gerrididae para los insectos; nomenclatura que cambió de manera definitiva en 1963 con la opinión No. 962 de la Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica, la cual designó en definitiva a la familia de peces como Gerreidae, con *Gerres* como el género tipo (Bailey y Moore, 1963; De La Cruz-Agüero, 2001).

2.2. RESEÑA HISTÓRICA DE *Gerres cinereus* (Walbaum, 1792)

A mediados del Siglo XVIII, el naturalista inglés Mark Catesby publicó la obra *The natural history of Carolina, Florida and the Bahama Islands: containing the figures of birds, beasts, fishes, serpents, insects, and plants*, en la cual con base en un ejemplar de pez hasta entonces desconocido y que había sido recolectado en las Islas Bahamas, describió a *Turdus cinereus peltatus* (Catesby, 1754). Sin embargo, este nombre quedó en desuso al publicarse el *Systema naturae* del botánico sueco Karl Linneo en su décima y definitiva edición (Linneo, 1758), obra considerada como el punto de partida para la nomenclatura zoológica actual; lo cual provocó que esta descripción fuera a la postre considerada como sinónimo (e.g. Evermann y Meek, 1883; Evermann y Meek, 1886; Jordan y Evermann, 1896; Curran, 1942).

Tiempo después el taxónomo y naturalista alemán Johann Julius Walbaum, publicó la obra *Genera Piscium*, en la cual con base en ejemplares recolectados en Bahamas y mediante la utilización del nuevo binomio latinizado implementado por Linneo, describió a *G. cinereus* (*sensu stricto*) como una especie más del género *Mugil* nombrándola como *Mugil cinereus* (*cinereus* = palabra que hace referencia al color grisáceo pálido del ejemplar); en esta obra, el autor hace mención al trabajo de



M. Catesby (Walbaum, 1792). En la literatura se menciona que al parecer los ejemplares de la serie tipo, utilizados para la descripción de *G. cinereus* se encuentran extraviados, por lo que en la actualidad se carece de información sobre cualquier organismo de esta categoría (*sensu* Eschmeyer y Fricke, 2009).

El naturalista Georges Cuvier (1829), publicó su obra *Régne Animal* en la cual propuso el nombre de *Gerres*. Este género enlistaba nuevas especies, entre ellas al que sería reconocido a la postre como el primer sinónimo de *G. cinereus*, correspondiente a *Gerres aprion* Cuvier, 1829, especie descrita con base en ejemplares recolectados en Isla Martinica, (Jordan y Evermann, 1896; Curran, 1942).

De manera consecutiva, los ictiólogos americanos Barton Warren Evermann y Seth Eugene Meek en 1883, y 1886, publicaron manuscritos en los cuales establecieron la idea de una sola especie de *G. cinereus* en ambas costas de América, a través de la revisión de ejemplares de la colección privada del Dr. D. S. Jordan (Hays, 1942). En dichas obras se menciona la presencia de otras 16 especies de *Gerres* para el nuevo mundo (Evermann y Meek, 1883; Evermann y Meek, 1886), la mayor parte de las cuales han sido incluidas en géneros de guerreidos descritos de manera posterior.

En 1891, el ictiólogo alemán Carl Eigenmann publicó la obra *New California Fishes* y ubicó a *G. cinereus* como miembro de la familia Gerreidae y como parte del género *Gerres*. En su manuscrito este autor menciona por primera vez la existencia de una forma diferencial de *G. cinereus* para el Pacífico oriental, a la cual denominó "*Gerres cinereus*, var. nov." una "var. nov." entre *G. californiensis* (*Eucinostomus californiensis* = *Eucinostomus gracilis*) y la forma *G. cinereus* del Atlántico. Sin embargo, este ejemplar recolectado por el autor en San Diego, California, nunca fue descrito ni nombrado de manera formal (Eigenmann, 1891).

Tiempo después, en 1907, el ictiólogo británico Charles Tate Regan en su obra *Biologia Centrali-Americana* (ver Burne y Norman, 1943 para un breve listado cronológico de sus obras), llevó a cabo una revisión de ejemplares del género *Gerres* (*sensu lato*) provenientes de las vertientes costeras del Atlántico occidental y Pacífico



oriental; de este modo estableció por primera vez la existencia de características diferenciales entre los organismos de estas dos cuencas. En esta obra se mencionó una breve diagnosis y se describió una nueva especie para el Pacífico oriental con base en ejemplares recolectados en el Río Presidio, Sinaloa, especie a la cual se denominó como *G. simillimus* (Regan, 1906-1908). Los cuatro sintipos de esta nueva forma se depositaron y permanecen en el Museo de Historia Natural de Londres bajo los números de catálogo: BMNH 1895.5.27.203-206 (Eschmeyer y Fricke, 2009).

En 1925, S.E. Meek y su asistente Samuel Frederick Hildebrand (véase Higgins, 1950 y Schultz, 1950 para un recuento de su obra ictiológica), publicaron la obra *The Marine Fishes of Panama* en la cual llevaron a cabo una comparación de ejemplares del género *Gerres*. Para tal efecto recolectaron 35 ejemplares de *G. cinereus* provenientes de tres localidades de la costa atlántica de Panamá y sólo cinco ejemplares de la forma “no común” [sic] de la vertiente del Pacífico del mismo país. Las localidades de recolecta para estos últimos organismos, fueron dos puntos específicos de la costa y el mercado de peces de la ciudad de Panamá. A partir de estos registros, llevaron a cabo la comparación pero sin encontrar diferencias entre ejemplares de ambas cuencas (*sensu* Meek y Hildebrand, 1925), por lo que a partir de entonces y con el apoyo de autores subsecuentes (e.g., Hildebrand, 1938; Randall y Vergara, 1978; Robins *et al.*, 1991; Bussing, 1995; Escobar Fernández y Siri, 1997; Smith, 1997; Humann y Deloach, 2004), se consideró a la especie *G. simillimus* como un sinónimo de *G. cinereus*.

Debido a esta conclusión, en la actualidad *Gerres* es considerado como un género monotípico en América (Curran, 1942; Matheson, 1983). No obstante, es destacable el gran número de sinonimias que se le han asignado a la especie *G. cinereus*, entre las cuales se pueden mencionar: *Gerres aprion* Cuvier, 1829; *Gerres zebra* Müller y Troschel *in* Schomburgk, 1848; *Gerres squamipinnis* Günther, 1859; *Diaptereus aprion* [sic] Poey, 1868; *Xystaema cinereum* Jordan y Evermann *in* Jordan, 1896; además de *Gerres simillimus* Regan, 1907, lo que bien podría indicar la aparente dificultad para discriminar entre los ejemplares de este taxón.



2.3. DESARROLLO HISTÓRICO DE LAS HERRAMIENTAS MORFOLÓGICAS Y MORFOMÉTRICAS.

"Se comienza describiendo la forma de un objeto en las simples palabras del habla común y se termina definiéndolo en el lenguaje preciso de las matemáticas; el primer método tiende a seguir al segundo en un estricto orden científico y continuidad histórica"

D'Arcy Thompson, 1917 (*Sobre el Crecimiento y la Forma*)

En la antigua Grecia se desarrollaron y utilizaron los primeros métodos analíticos comparados para discriminar estructuras morfológicas en animales; sin embargo, es apenas hasta principios del siglo XX que comienza a desarrollarse la diferenciación e integración de las ciencias morfológicas así como el perfeccionamiento de sus métodos, técnicas y procedimientos basados no sólo en los atributos conspicuos de la forma sino en sus caracteres biométricos (Zelditch *et al.*, 2004). Durante los inicios de tal siglo, la biología comenzó la transición de un campo descriptivo a una ciencia cuantitativa (Adams *et al.*, 2004).

A partir de la publicación de la obra "Sobre el Crecimiento y la Forma" del biomatemático D'Arcy Thompson en 1917, se planteó la noción de que las formas de los seres vivos se deben a aspectos físicos, mecánicos y matemáticos de los procesos biológicos, así como a las fuerzas que intervienen en ellos y a las propiedades físicas de la materia en cuestión (Thompson, 1980). Tal idea representaba por primera vez la unión entre disciplinas entonces tan apartadas como la matemática y la biología; no obstante, su obra no tuvo la aceptación requerida en la corriente principal del pensamiento biológico de la época y tuvieron que pasar varias décadas hasta que se retomaron de nuevo estas ideas y se implementaron las herramientas matemáticas para analizar formas biológicas bajo estos criterios (Bookstein, 1982). Fue hasta mediados del siglo pasado, que comenzó la descripción cuantitativa de los patrones de variación de la forma, lo que se considera como el inicio de la *Morfometría Moderna* (Hammer, 2002; Adams *et al.*, 2004).

Durante 1960-1980, los estudios biométricos empezaron a hacer uso del potencial de las herramientas estadísticas multifactoriales para describir los patrones de la variación de la forma entre diferentes organismos; este enfoque, ahora llamado



morfología tradicional, consistía en aplicar análisis estadísticos multifactoriales a series de variables morfológicas, a través de la evaluación de las distancias lineales. Los análisis estadísticos típicos para esta herramienta incluían los análisis de componentes principales (ACP), análisis de factores, análisis de variables canónicas (AVC) ó análisis de discriminantes. Uno de estos métodos desarrollados se denominó como *Box-truss* (Strauss y Bookstein, 1982), el cual es un procedimiento basado en esquemas de mediciones de cuadriláteros contiguos definidos por cotas anatómicas homólogas (Bookstein, 1982).

Sin embargo, estas técnicas mostraron que las medidas de las distancias lineales estaban correlacionadas con el tamaño (procesos de crecimiento), por lo cual hubo la necesidad de desarrollar nuevos métodos que permitieran corregir las variables relacionadas con la talla y permitiera observar solo a los patrones de variación de la forma (Bookstein, 1998; Adams *et al.*, 2004). En 1989, Bookstein adoptó un algoritmo llamado *thin plate spline* (TPS) que permite visualizar el espacio tangente en los análisis estadísticos de la variación de la forma. Fue así que a principios de 1990 tuvo lugar un cambio en la manera en que las estructuras morfológicas se cuantificaban y cómo los datos podían ser analizados bajo un nuevo enfoque llamado *Morfometría Geométrica*, el cual a diferencia de los métodos anteriores permitía la descripción y análisis de objetos geométricos basado en relaciones angulares entre estructuras homólogas más que en las distancias lineales entre ellos, y de tal manera quedaban descartados los efectos del tamaño, rotación y traslación (Rohlf y Marcus, 1993; Adams *et al.*, 2004; Zelditch *et al.*, 2004).

Para mediados de 1990, las ventajas de estos nuevos métodos geométricos ya eran conocidos de manera amplia y los biólogos los utilizaban con regularidad para proponer una amplia variedad de hipótesis biológicas basados en la forma, sin embargo, los avances morfométricos de esa década estuvieron basados más en el entendimiento de los métodos que en el avance de los fundamentos teóricos (Hammer, 2002; Adams, *et al.*, 2004).

En la actualidad, aunque los datos obtenidos a través de la morfometría geométrica se utilizan en una amplia diversidad de estudios morfológicos (Koehl,



1996), probablemente será necesario desarrollar nuevos protocolos basados en herramientas matemáticas (v.g. por medio de álgebra lineal) para tratar de explicar cuestiones biológicas básicas sobre el estudio de la forma en los seres vivos, (Adams *et al.*, 2004).

En la taxonomía, la utilización de la morfometría geométrica ha permitido realizar comparaciones e interpretaciones precisas de los patrones de variación y covariación en los análisis de la forma entre los organismos, lo que ha permitido el aporte de información para el esclarecimiento de los procesos evolutivos responsables de estos patrones (Bookstein, 1982; Rohlf, 1990; Zelditch, *et al.*, 2004). En los análisis taxonómicos, la aplicación de estas técnicas cuantitativas permite representar de forma gráfica y en pocas dimensiones, la separación entre morfotipos distintos. Los métodos de análisis multifactoriales permiten evaluar la separación entre grupos morfológicos distintos dentro de un espacio multifactorial (Albrecht, 1980).

De manera reciente, las herramientas geométricas han sido aplicadas a una gran diversidad de organismos. En los peces su uso se ha realizado bajo diferentes enfoques: taxonomía y descripción de nuevas especies (Aquino y Schaefer, 2002; Gago y Ricord, 2005; Salcedo, 2006; Zhang *et al.*, 2008); filogenia y biogeografía (Peres-Neto, 2004); diferenciación poblacional (Trapani, 2003a; Cabral *et al.*, 2003; Kassam *et al.*, 2004; Collyer *et al.*, 2005; Postl *et al.*, 2008; Tobler *et al.*, 2008); variación morfológica ontogenética (Letcher, 2003; Kristjánsson, 2005; Johansson *et al.*, 2006); variación durante estadios larvarios (Fulford y Rutherford, 2000); variación biogeográfica interespecífica (Sidlauskas *et al.*, 2006) y con base en el análisis de la dieta (Chakraborty, 2005; Albertson, 2008); cambios alométricos e identificación poblaciones por otolitos (Monteiro *et al.*, 2005; Mérigot *et al.*, 2007) y diferenciación de stocks pesqueros (Cadrin, 2000; Turan *et al.*, 2006; Ambrosio *et al.*, 2008).



3. JUSTIFICACIÓN

La importancia de estudiar a los guerreidos radica en su relevancia como recurso pesquero, como el caso de la pesca comercial del sureste asiático, donde las especies de *Gerres* superan las 10,000 toneladas por año (FAO, 1995 en De La Cruz-Agüero, 2001) o en México, en donde son explotadas a mediana escala para el consumo humano y son un recurso pesquero de tipo artesanal relevante (Tapia-García y Ayala-Pérez, 1997). En el caso específico de *G. cinereus*, llega a alcanzar la talla más grande reportada (47.5 cm de longitud total) para cualquier otro miembro de la familia Gerreidae (Rodríguez-Romero *et al.*, 2008), por lo que a diferencia de otros guerreidos, está sujeta a una pesquería dirigida para consumo humano (Schmitter-Soto, 1998) y ha llegado a ser considerada dentro de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN en el 2006. Esta especie, al igual que otros guerreidos, realiza un importante papel en la estructura y función de los ecosistemas costeros de regiones tropicales y subtropicales del mundo (González-Acosta, 2005). Sin embargo, a pesar de la importancia económica que representan, aún persisten problemas nomenclaturales y taxonómicos que han creado confusión en su estudio, por lo que se requiere una revisión detallada que clarifique la identidad de las especies de esta familia.

La falta de estudios recientes sobre esta especie ha llevado a una confusión en su taxonomía, ya que a partir del trabajo de Meek y Hildebrand (1925), se consideró que el género *Gerres* sólo incluía una especie en América. Lo que provocó la omisión de *G. simillimus* de Regan, dicha propuesta ha prevalecido en la literatura ictiológica desde entonces. Debido a esto, es preciso llevar a cabo trabajos que permitan la correcta definición de sus especies por medio del establecimiento de diagnósis lo suficientemente completas sustentadas en el análisis de los caracteres merísticos y morfométricos, que permitan aclarar el estatus taxonómico y nomenclatural de *G. cinereus*.



La gran mayoría de los trabajos que abordan aspectos nomenclaturales en los guerreidos, se han realizado, a través de análisis merísticos, genéticos y de morfología comparada. De manera reciente se ha demostrado la probada utilidad del uso de la herramienta de morfometría geométrica en los estudios taxonómicos, para evaluar el grado de similitud morfológica entre grupos emparentados. Sin embargo, dentro de estas especies cuyas formas topológicas son muy similares, no existe a la fecha ningún trabajo conocido para la familia Gerreidae que aborde sus aspectos taxonómicos bajo un enfoque geométrico.

En la actualidad, de los cuatro géneros anfiamericanos reconocidos, solo *Gerres* permanece aún sin ser estudiado en su taxonomía, lo que demanda un estudio formal de este grupo (*sensu* Tapia-García y Ayala-Pérez, 1997; De La Cruz-Agüero, 2001). Con esto será posible una aproximación a la correcta definición de sus especies y diagnosis, las cuales estén sustentadas con base en el análisis de sus caracteres merísticos, morfológicos y morfométricos; permitiendo así, contribuir a clarificar el estatus taxonómico y nomenclatural de este grupo en América. De esta forma este trabajo aporta información complementaria que permitirá, en conjunto con la ya generada por el grupo de trabajo de la Colección Ictiológica del CICIMAR-IPN, elaborar hipótesis sobre relaciones filogenéticas entre los miembros de la familia Gerreidae, así como con otros grupos emparentados del suborden Percoidei.



4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el estatus taxonómico de *G. cinereus* en las costas del Atlántico y Pacífico de América mediante análisis morfológicos.

4.2. OBJETIVOS PARTICULARES

- I. Caracterizar la forma corporal de los ejemplares de cada cuenca, a partir del protocolo de morfometría geométrica.
- II. Determinar la posible existencia de variaciones morfológicas intra-genéricas a lo largo del área de distribución de la especie.
- III. Validar taxonómica y nomenclaturalmente a la especie *G. cinereus* por medio de la evaluación de caracteres merísticos, morfológicos y morfométricos.



5. ÁREA DE ESTUDIO

Para llevar a cabo el presente trabajo, se utilizaron ejemplares de *G. cinereus* (Walbaum, 1792) provenientes de las costas de ambas vertientes del continente americano. La distribución de esta especie en el nuevo mundo abarca en la vertiente Atlántica, desde Carolina del Norte en E.U.A hasta Río de Janeiro en Brasil, incluyendo el Golfo de México, las Bahamas y las Antillas. En la vertiente del Pacífico, se distribuye desde el sur de California hasta el norte de Perú, incluyendo el Golfo de California e islas oceánicas (Fig. 1).

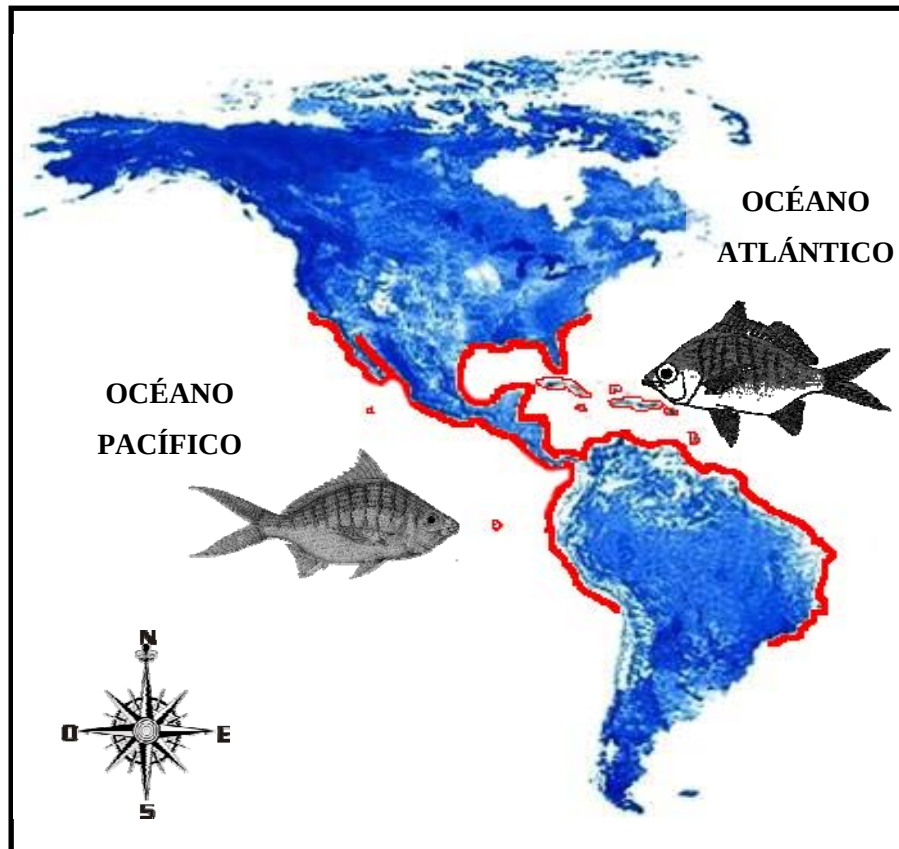


Figura 1. Área de distribución de *G. cinereus* en las costas de América.



6. MATERIAL Y MÉTODOS

El desarrollo del trabajo sobre el estatus taxonómico de *G. cinereus* (Walbaum, 1792), fue realizado a través de las siguientes etapas:

6.1. REVISIÓN DE MATERIALES DE MUSEOS BIOLÓGICOS

Se utilizaron ejemplares de *G. cinereus* provenientes de las costas del océano Atlántico (109 organismos) y Pacífico de América (46 organismos). Un número importante de estos, proviene de la Colección Ictiológica (CI) del CICIMAR-IPN, mientras que otros materiales se obtuvieron de préstamos o donaciones establecidos con otras colecciones de referencia nacional como: la Colección Nacional de Peces del Instituto de Biología de la UNAM (CNP-IBUNAM) y El Colegio de la Frontera Sur- Unidad Chetumal (ECO-CH). En instituciones del ámbito extranjero, los ejemplares se obtuvieron a través de convenios de préstamo, intercambio y donación con la CI-CICIMAR como depositaria de dicho material. En este sentido se contó con el apoyo de instituciones como la Academia de Ciencias de California (CAS) e Instituto de Oceanografía Scripps (SIO) de Estados Unidos, Museo Británico de Historia Natural (BMNH) de Inglaterra (actualmente Museo de Historia Natural) y el Museo Nacional de Historia Natural (MNHN) de Francia.

De manera adicional se revisaron algunos ejemplares recolectados en campo, los cuales se incluyeron en los análisis merísticos, morfológicos y morfométricos. Asimismo, para el desarrollo del análisis morfométrico de tipo geométrico se utilizaron ejemplares de *Eucinostomus gula* provenientes de la colección Nacional de Peces del IBUNAM (ver capítulo 6.5.3.). La relación de los ejemplares analizados y su procedencia se indican en la Tabla I. Asimismo, se determinó la talla de cada organismo y se presenta mediante intervalos de 5 cm en la Tabla II.



TABLA I. Resumen de préstamo por institución. Ver acrónimos en Capítulo 6.1.

INSTITUCIÓN	<i>G. cinereus</i> Atlántico	<i>G. cinereus</i> Pacífico	<i>Eucinostomus gula</i>	Total
BMNH	2	-	-	2
CAS	12	-	-	12
CICIMAR-CI	6	101	35	142
ECO-CH	19	-	-	19
CNP-IBUNAM	7	8	36	51
Total	46	109	71	226

6.2. EVALUACIÓN TAXONÓMICA DE *Gerres cinereus* (Walbaum, 1792)

El proceso de validación taxonómica de *G. cinereus* se realizó a partir de la revisión de las diagnósis originales y del análisis comparativo de los atributos morfológicos y merísticos de los ejemplares provenientes de ambas cuencas oceánicas de América.

La identificación de los organismos se realizó con base en las descripciones originales y literatura especializada (e.g. Bussing, 1995; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Gilmore y Greenfield, 2003; Miller *et al.*, 2005), proceso que representó el punto original para la determinación de las diferencias y similitudes observadas entre los ejemplares bajo estudio. Al no existir de manera física los ejemplares tipo de *G. cinereus* descritos por Walbaum (Eschmeyer y Fricke, 2009) y posiblemente encontrarse extraviados los sintipos del sinónimo *G. simillimus* (J. MacLaine, *com. pers.*²), no fue posible su evaluación y consideración en el presente estudio.

TABLA II. Intervalo de tallas (longitud patrón) de los ejemplares analizados

	< 10 cm	10 - 15 cm	15 - 20 cm	20 - 25 cm	> 25 cm	n
<i>G. cinereus</i> Atlántico	26	11	9	-	-	46
<i>G. cinereus</i> Pacífico	46	42	10	9	2	109

²James MacLaine es Curador de la Colección de Peces del Departamento de Zoología. Museo de Historia Natural. Cromwell Road, SW7 5BD. Londres, Inglaterra. 2009



6.3. ANÁLISIS MERÍSTICO

La detección de caracteres diagnósticos entre las especies fue evaluada por medio de la cuantificación (conteos y medidas) de los atributos merísticos establecidos por Hubbs y Lagler (1947) y Cailliet *et al.* (1986). Estos mismos caracteres han sido utilizados de manera general en estudios taxonómico-sistemáticos sobre guerreidos (e.g. De la Cruz-Agüero, 2001; Iwatsuki *et al.*, 2002; González-Acosta, 2005; González-Acosta *et al.*, 2005; 2007a,b; Iwatsuki y Heemstra, 2007).

En el presente estudio se contabilizó en el total de los ejemplares examinados: el número de espinas (números romanos) y radios (números arábigos) de las aletas dorsal, anal y pectoral; asimismo se cuantificó el número de branquiespinas de la rama inferior del primer arco branquial, el número de escamas entre la mitad de la aleta dorsal y la línea lateral y el número de escamas con poro en la línea lateral (Fig. 2). Debido a que algunas claves de identificación de guerreidos (e.g. Bussing, 1995; Gilmore y Greenfield, 2003; Miller *et al.*, 2005), utilizan la serie de barras verticales laterales del cuerpo de estos organismos como una característica taxonómica con valor diagnóstico, se contabilizó este carácter en el costado izquierdo de estos ejemplares. Estas características fueron de utilidad para la elaboración de las descripciones de los organismos de cada cuenca.

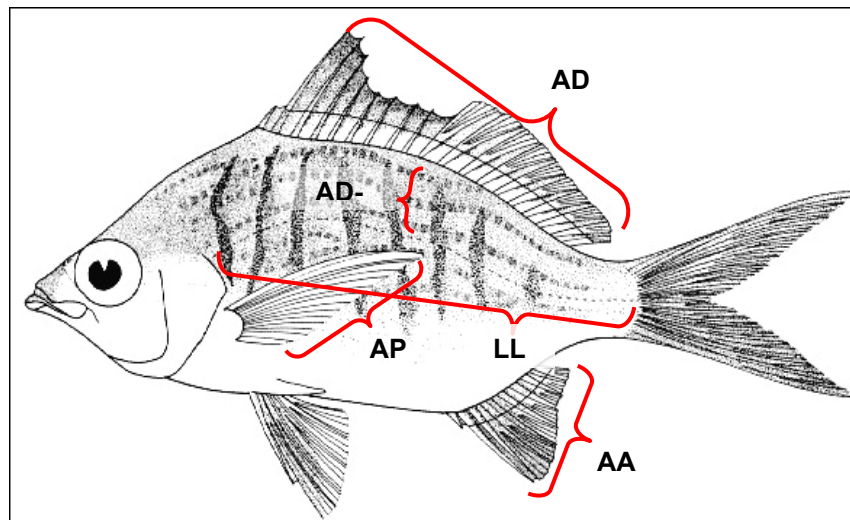


Figura 2. Caracteres merísticos considerados en este estudio. **AD** (Elementos de la aleta dorsal), **AA** (Elementos de la aleta anal), **AP** (Elementos de la aleta pectoral), **LL** (Escamas con poro sobre la línea lateral), **AD-LL** (Escamas entre la mitad de la aleta dorsal y la línea lateral).



6.4. ANÁLISIS MORFOLÓGICO

En este rubro, se evaluaron los rasgos más conspicuos de la morfología externa de los organismos, los cuales han sido de utilidad para la separación taxonómica entre *G. cinereus* y las demás especies de guerreidos en América (e.g. Bussing, 1995; Castro-Aguirre *et al.*, 1999).

De manera tradicional, esta discriminación ha estado basada en función de caracteres osteológicos (región del preopérculo), presencia-ausencia de escamas en la región cefálica y sobretodo en el patrón de coloración, con énfasis en las barras laterales a los costados y la pigmentación de las aletas pélvicas (Gilmore y Greenfield, 2003; Miller *et al.*, 2005). En consideración de lo anterior, y en adición a los caracteres antes comentados, se evaluaron otros atributos morfológicos comparativos empleados en trabajos previos sobre guerreidos (e.g. Deckert y Greenfield, 1987; González-Acosta, 2005). Con esto fue posible observar la mayor distinción entre los ejemplares de *G. cinereus* a partir de: posición de la aleta dorsal, forma de las porciones de radios de las aletas anal y dorsal, longitud del hocico, longitud del pedúnculo caudal, longitud de la cabeza, longitud de las espinas anales y dorsales, altura del cuerpo, perfil de la cabeza y el patrón de coloración a diferentes tallas.

Los datos generados a través de este análisis, se utilizaron en las descripciones de los ejemplares de *G. cinereus* de cada cuenca oceánica, así como para la elaboración de la clave de identificación de los morfotipos reconocidos para las costas de América.



6.5. ANÁLISIS MORFOMÉTRICO

Para llevar a cabo este procedimiento, se decidió realizar por separado el protocolo geométrico de aquel basado en distancias tradicionales.

6.5.1. ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE TIPO GEOMÉTRICO.

La obtención de datos biométricos con la utilización de algunos de los métodos tradicionales de medición ha llegado a generar confusiones analíticas (Rohlf y Bookstein, 1990; Bookstein, 1998; González-Acosta, 2005), por lo cual, para abordar los objetivos propuestos se decidió aplicar el protocolo de morfometría geométrica (Rohlf y Marcus, 1993). Esta herramienta se basa en una serie de métodos relacionados con la descripción y análisis de objetos geométricos, basados en relaciones angulares entre estructuras homólogas en lugar de distancias lineales entre ellos. Esta metodología es una herramienta que permite cuantificar la "forma pura" de cualquier objeto geométrico y descarta los efectos del tamaño, rotación y traslación (Bookstein, 1998; Chakraborty, 2005). Asimismo, representa uno de los métodos más utilizados en la actualidad en estudios taxonómicos y poblacionales de peces (Cavalcanti y Duarte-Lopes, 1993; Cavalcanti *et al.*, 1999).

La aplicación de esta herramienta se realizó de acuerdo al procedimiento sugerido por Rohlf (2006), mediante el empleo de los programas de la serie TPS (Rohlf) y del programa *Integrated Morphometrics Package* (IMP, por sus siglas en inglés) desarrollado por Sheets (2001). Asimismo se incorporaron procedimientos adicionales desarrollados y aplicados en trabajos similares sobre peces y otros grupos zoológicos (e.g. Fulford y Rutherford, 2000; Parsons *et al.*, 2003; Chakraborty, 2005; Ramírez-Torres, 2007; Rodríguez-Alamilla, 2007; Postl *et al.*, 2008).



Digitalización de imágenes de los ejemplares

El arqueamiento de los organismos, que generalmente está causado por las técnicas de conservación de los mismos, puede llegar a ocasionar variaciones en los estudios morfométricos, de manera especial en la postura durante el proceso de digitalización, por lo cual se siguieron las recomendaciones de Valentin *et al.* (2008) y se trato de orientar a todos los ejemplares en la misma posición.

De manera posterior, se fotografió por medio de una cámara digital, a cada uno de los ejemplares (un solo organismo por imagen) sobre un fondo contrastante de manera que éste permitiera observar la topología del organismo, se utilizó una regla con una escala definida y visible, sin aplicar “zoom” óptico ni digital y se situó la cámara a una altura estándar. Las fotografías fueron tomadas con una cámara digital SONY Digital Mavica MVC-FD81 de 0.79 megapíxeles de resolución; las imágenes resultantes tuvieron una resolución de 1024 x 768 píxeles y fueron guardadas bajo el formato “jpg” en una computadora personal.

Herramientas de la serie TPS

La serie TPS (*thin plate spline* o de placa fina) es una serie de técnicas morfométricas desarrolladas con la finalidad de visualizar las deformaciones de las variables sujetas a evaluación (Zelditch *et al.*, 2004), a través de las comparaciones de las formas promedio y ajustando las imágenes de los objetos por medio de cotas que forman puntos homólogos (Elewa *en* Elewa, 2004). Para esto, se han desarrollado varios programas de cómputo que permiten visualizar tales ajustes (Rohlf, 2004)

Con ayuda del programa *tpsUtil* ver.1.31 (Rohlf, 2004), se originó un archivo con formato “.tps” el cual permitió visualizar las imágenes de los organismos en otros programas morfométricos de la serie TPS. De manera posterior, se utilizó el programa *TpsDig* ver.1.40 (Rohlf, 2004), cuyo objetivo fue facilitar el análisis de la morfometría basado en cotas morfológicas, a través de la digitalización de marcas



anatómicas sobre la morfología externa del organismo a partir de las imágenes digitalizadas. Con la consideración de la topología de las especies analizadas, se seleccionaron 11 coordenadas de referencia y se ubicaron en las regiones que podrían definir de una manera más precisa los atributos morfológicos de los especímenes, es decir en la posición de marcas naturales homólogas de estos (Fig. 3). Se cuidó que el número de cotas permaneciera igual en todos los ejemplares digitalizados y la secuencia de estos llevara un orden secuencial estricto para evitar errores en la superposición. De manera final, con el programa se generó un archivo de salida con las coordenadas de superposición o *procrustes*, los cuales fueron de utilidad durante el uso de otras herramientas morfométricas para llevar a cabo los análisis estadísticos de la forma.

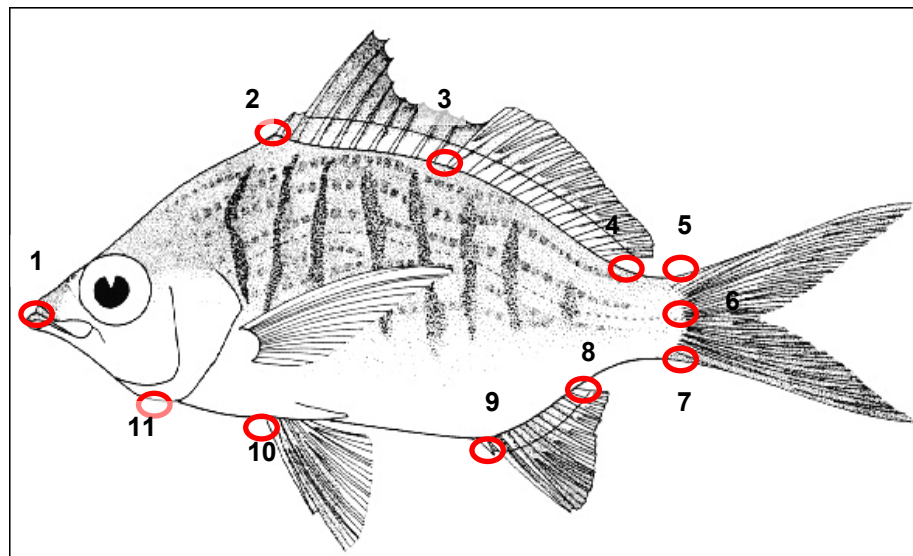


Figura 3. Cotas anatómicas seleccionadas a partir de la morfología externa de los ejemplares analizados para los análisis de morfometría geométrica.

Programas de la serie IMP

La serie IMP (*Integrated Morphometrics Package*), desarrollada por Sheets (2001), es un paquete que contiene varios programas de cómputo, diseñados para el análisis de las formas biológicas, mediante la aplicación de métodos geométricos. Su utilidad fundamental es para la generación de coordenadas comunes, mediante técnicas de



superposición y el ordenamiento de los componentes de la deformación relativa (Zelditch *et al.*, 2004).

Para generar el método de superposición de las variables se utilizó el programa *Coordinate Generator (CoordGen)* desarrollado por Sheets (2001), el cual lee el archivo con las coordenadas definidas a partir de las cotas y las transforma por medio de superimposiciones a un centroide común, escalándolo y rotándolo hasta que la suma de cuadrados de las distancias entre las cotas se minimizan y el archivo resultante son las coordenadas denominadas *procrustes* (Fig. 4; Sheets, 2001; Becerra y Valdecasas, 2003).

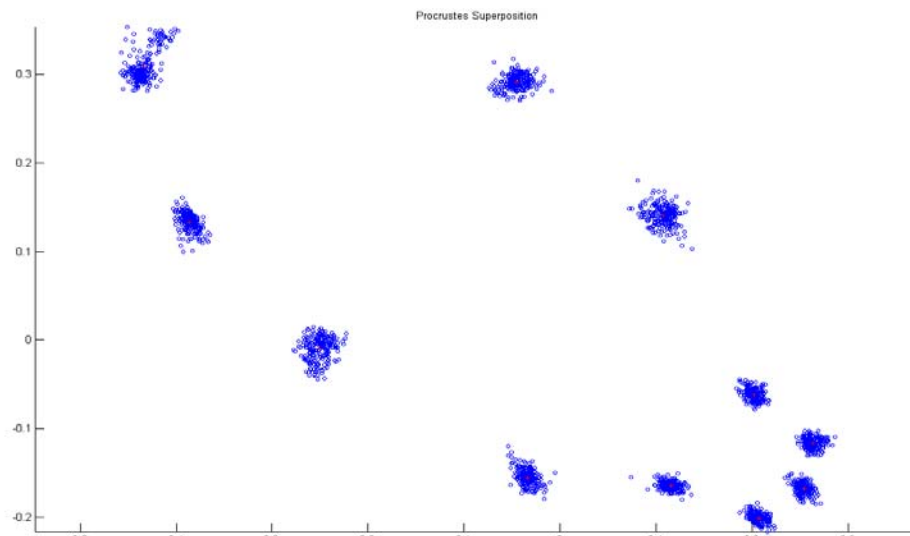


Figura 4. Superposición de las cotas anatómicas digitalizadas (Coordenadas *procrustes*).

Una vez creado el archivo *procrustes*, se utilizó el programa *PCAGen* ver.6.0. (Sheets, 2001), el cual utiliza estos datos de superposición para generar las llamadas deformaciones parciales (*Partial Warps*); es decir, examina los cambios de la forma del organismo a una escala local, y compara los datos de las cotas de cada espécimen a un “especimen promedio”. De manera posterior, con el programa se llevó a cabo un análisis de componentes principales (PCA), a partir de la matriz de covarianza que se derivó de estas deformaciones parciales, con el cual se desplegó el gráfico de la posición de las cotas de todos los especímenes a lo largo de los ejes



de los diferentes componentes, así como la deformación implicada por el vector de un componente particular (Sheets, 2001; Zelditch *et al.*, 2004).

Por último, se simplificaron los descriptores de variación entre los ejemplares de cada cuenca por medio del análisis de variables canónicas o estudio de las relaciones lineales entre grupos de variables. Para tal propósito se aplicó el programa CVAGen Ver.6.0. (Sheets, 2001), el cual a través de esta correlación canónica encuentra los pesos promedios de las variables de un grupo y los correlaciona. Esta correlación es el primer coeficiente de correlación canónica, cuyos coeficientes son una medida de la importancia de cada variable en la discriminación de cada grupo. Este poder de discriminación se estima con el cuadrado del coeficiente de correlación entre la variable y la función discriminante. La función discriminante cuantifica la importancia de la variable para distinguir a cada uno de los grupos y establece la proporción de variación en los coeficientes de la función discriminante que es explicada por la variación en el carácter morfométrico original (Rodríguez-Alamilla, 2007). Las variables resultantes del análisis canónico se establecieron como ejes, en un plano que permitió observar la distribución de los ejemplares de cada cuenca (González-Acosta, 2005).

De acuerdo a la naturaleza de este análisis y con el fin de visualizar de una manera más adecuada los grupos dentro de los ejes, se decidió incluir a la especie *Eucinostomus gula* dentro de esta evaluación en particular. Tal decisión se fundamentó en que dentro del grupo de ejemplares del IBUNAM, se identificó un número importante de organismos de esta especie que habían sido confundidos con *G. cinereus* debido a su notable similitud morfológica.

Por medio de este análisis se determinó la significancia estadística del modelo de acuerdo al cálculo del estadístico lambda de Wilks (λ) y se generó una matriz de clasificación que indica el número de ejemplares asignados a cada grupo determinado, en función de la combinación lineal de sus variables y la distancia mínima a cada variable canónica producida por grupo.



Se realizó una prueba de reasignación de individuos a cada cuenca por medio de distancias de Mahalanobis y el estadístico F asociado. Estas distancias permiten observar las diferencias entre los promedios de las medias observadas (centroides) y representar de manera gráfica a cada grupo en el espacio multidimensional de las variables analizadas (González-Acosta, 2005).

Por último se realizó la comparación de formas entre los especímenes de cada cuenca con las hojas de deformación resultantes del análisis de variables canónicas. De este modo se obtuvieron los planos de dispersión de los grupos de organismos para las distintas combinaciones de las variables canónicas y las gradillas de deformación de los extremos de los ejes, para así poder observar las deformaciones por grupo (Rodríguez-Alamilla, 2007).

6.5.2. ANÁLISIS MORFOMÉTRICO TRADICIONAL

Una vez determinados los atributos morfológicos más evidentes, se decidió llevar a cabo un análisis morfométrico tradicional basado en distancias corporales. Este conjunto de mediciones utilizadas de manera común en claves taxonómicas de identificación, estuvieron fundamentadas en aquellas mencionadas por Hubbs y Lagler (1947) para peces y fueron complementadas con algunas otras utilizadas en guerreidos (e.g. Zahuranec, 1967; De La Cruz-Agüero y Galván-Magaña, 1993; Pérez-Hernández y Zavala-Hurtado, 1993; González-Acosta, 2005).

Para el desarrollo inicial de este análisis fue necesario el empleo de las herramientas de digitalización de ejemplares, programas de la serie TPS y el programa de la serie IMP *Coordgen* de Sheets (2003). Para el presente estudio se determinaron un total de 15 cotas anatómicas, (Fig. 5) a partir de varias estructuras conspicuas de la morfología externa del organismo y con estas se generaron un total de 12 distancias morfométricas (Fig. 6).

A continuación, se generaron las distancias biométricas por medio del uso del programa *Traditional Morphometrics Generator (TMorphGen)* ver. 6.0. (Sheets, 2003)



de la serie IMP. La utilización de esta herramienta se basó en el protocolo desarrollado por Sheets (2003) y en diversas metodologías similares aplicadas al grupo de los peces (e.g. Trapani 2003b). La finalidad del uso de este programa, es generar una serie de variables morfométricas tradicionales (distancias) a partir de una serie de datos geométricos basados en cotas o coordenadas de referencia.

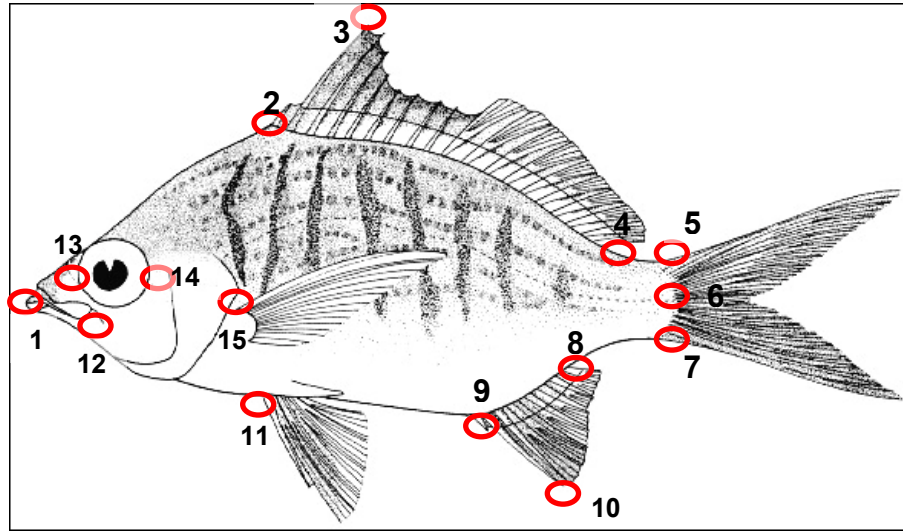


Figura 5. Cotas anatómicas seleccionadas para la comparación de distancias biométricas.

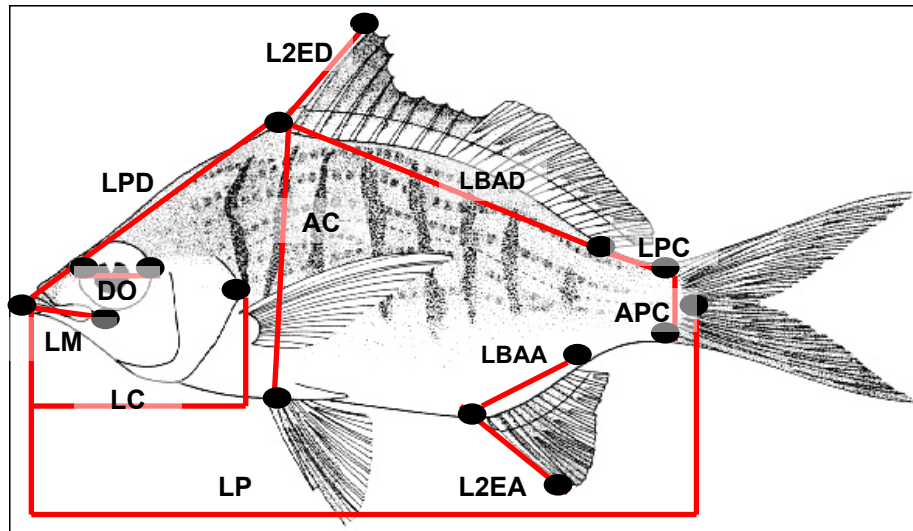


Figura 6. Distancias morfométricas seleccionadas en la herramienta de morfometría tradicional. Longitud patrón (LP), altura del cuerpo (AC), longitud cefálica (LC), longitud predorsal (LPD), diámetro ocular (DO), longitud de la maxila (LM), longitud base de la aleta dorsal (LABD), longitud de la



segunda espina dorsal (L2ED), longitud del pedúnculo caudal (LPC), altura del pedúnculo caudal (APC), longitud base de la aleta anal (LBAA), longitud de la segunda espina anal (L2EA)

Los datos biométricos y las diferentes distancias corporales generadas por este protocolo tradicional, fueron comparadas entre sí y se seleccionaron aquellas mas relevantes para la elaboración de algunas descripciones o diagnosis de las especies estudiadas, así como para llevar a cabo análisis comparativos entre estas mediciones estimadas y las mencionadas por otros autores (e.g. Deckert, 1973; Báez-Hidalgo y Guevara-Carrió, 1983; Deckert y Greenfield, 1987; Pérez-Hernández y Zavala-Hurtado, 1993).



7. RESULTADOS

El análisis llevado a cabo permitió determinar el estatus taxonómico de esta especie en cada cuenca de las costas de América mediante las siguientes fases.

7.1. EVALUACIÓN MERÍSTICA

Con base en los conteos merísticos obtenidos para los ejemplares de cada cuenca oceánica, se observó que estos organismos por lo general presentan un total de 19 elementos en las aletas dorsales (nueves espinas y diez radios), 10 en la aleta anal (tres espinas y siete radios), 15 elementos en la aleta pectoral y seis en la aleta pélvica (una espina y cinco radios), caracteres con poca utilidad para la diferenciación entre los grupos de cada vertiente (Tabla III).

En relación al número de branquiespinas de la rama inferior del primer arco branquial, tampoco fue posible diferenciar entre estos grupos, ya que se observó que ambos presentaron una moda de 8 (Tabla III).

Sin embargo, con relación al número de escamas con poro en la línea lateral, se evidenció que éste constituye un carácter importante que permitió la separación de estos grupos. No obstante que se observó una superposición en el intervalo de 38 a 47 escamas, los ejemplares de la cuenca del Atlántico presentaron una moda de 45, que es mayor a la que presenta el grupo del Pacífico, cuya moda fue de 41 escamas (Tabla III).

En el mismo sentido, el número de escamas entre la línea lateral y la aleta dorsal evidenció ser un carácter diferencial de importancia en el presente estudio. Se observó de manera general, que los ejemplares del Atlántico presentaron una moda de cinco escamas y los del Pacífico cuatro de estas.

Uno de los caracteres más relevantes en la discriminación de este género con respecto al resto de los miembros de la familia en América, es el patrón de barras verticales en los costados del cuerpo. Se realizó el conteo de estas estructuras determinándose que los ejemplares del Pacífico presentan hasta nueve de estas



ESTATUS TAXONÓMICO DE *Gerres cinereus*

barras (moda 7), en contraste con los ejemplares del Atlántico que poseen hasta siete barras (moda 5).

Tabla III. Frecuencia de los conteos merísticos de los organismos de género *Gerres* en ambas costas de América. Las modas y el número de ejemplares se presentan en negritas.

		Aleta dorsal						n
		VIII,10	IX, 9	IX, 10	IX, 11	X,10	XI,9	
<i>G. cinereus</i>	Atlántico	1	4	41	-	-	-	46
<i>G. cinereus</i>	Pacífico	1	1	105	1	1	-	109

		Aleta anal				n
		II,4	II,7	III,6	III,7	
<i>G. cinereus</i>	Atlántico	1	-	8	37	46
<i>G. cinereus</i>	Pacífico	-	1	6	102	109

		Aleta pectoral				n
		14	15	16		
<i>G. cinereus</i>	Atlántico	3	40	3		46
<i>G. cinereus</i>	Pacífico	6	95	7		109

		Branquiespinas (rama inferior del primer arco branquial)				n
		7	8	9		
<i>G. cinereus</i>	Atlántico	4	42	-		46
<i>G. cinereus</i>	Pacífico	8	97	4		109

		Escamas con poro en la línea lateral										n
		38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	
<i>G. cinereus</i>	Atlántico	-	1	0	3	1	3	7	18	8	5	46
<i>G. cinereus</i>	Pacífico	4	10	24	29	21	15	4	-	-	-	107

		Escamas entre la porción media de la base de la aleta dorsal y la línea lateral						n
		4	4 ^{1/2}	5	5 ^{1/2}			
<i>G. cinereus</i>	Atlántico	-	1	36	9			46
<i>G. cinereus</i>	Pacífico	79	30	-	-			109

		Barras verticales								n
		2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>G. cinereus</i>	Atlántico	-	8	15	20	2	1	-	-	46
<i>G. cinereus</i>	Pacífico	2	1	18	22	21	37	8	2	109



7.2 EVALUACIÓN MORFOMÉTRICA

A los datos morfométricos generados (*procrustes*) se les aplicó un análisis multifactorial de componentes principales (ACP), el cual no requiere la asignación *a priori* de los ejemplares a un taxón determinado, sino que define las relaciones entre los individuos en función de las afinidades morfométricas producidas por el conjunto de variables incluidas en el análisis (De La Cruz-Agüero, 2001). De tal manera que se obtuvo la estructura taxonómica proyectada en un espacio multidimensional sin considerar la pertenencia de todos los especímenes a un grupo particular, la cual se determina de acuerdo con las distancias individuales producidas por los coeficientes de ordenación en cada componente principal resultante.

El análisis de componentes principales resultantes de la alineación, traslación y rotación de las coordenadas de referencia sobre los ejemplares de ambas cuencas, mostró los siguientes resultados en los primeros tres componentes: el primero explica el 22.5% de la varianza, el segundo el 16.1%, el tercero el 11.6% y el restante porcentaje lo explican los componentes restantes. En estudios biológicos que involucran varias especies el mayor porcentaje de la variabilidad total se explica en los primeros componentes principales (Pedraza y Campos, 2007).

En este caso la variación se encuentra dispersa en varios componentes principales, debido al hecho de que los especímenes analizados pertenecen a dos especies con formas muy similares, de tal manera que la variación observada se dispersa al obtener las nuevas variables no correlacionadas u ortogonales. A partir de este análisis se obtuvieron las gráficas respecto a los componentes primero y segundo (Fig. 7), y respecto al primer y tercer componente (Fig. 8), los cuales mostraron el mayor porcentaje de la varianza explicada y además permitieron observar la posición de los especímenes a lo largo de los ejes de los componentes y evidenciaron la pertenencia de estos a dos grupos principales.



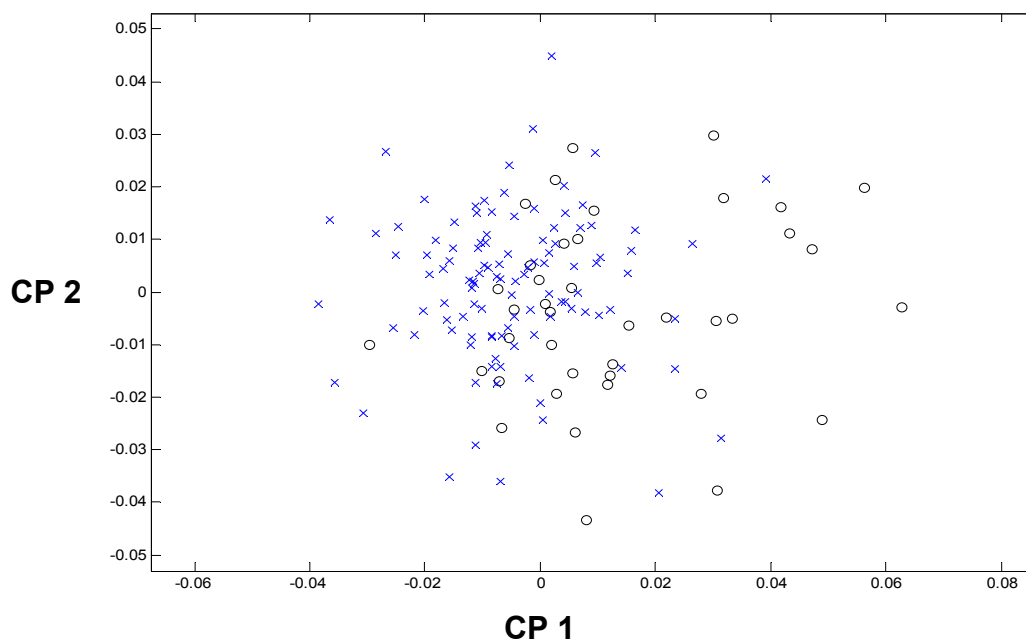


Figura 7. Proyección de *G. cinereus* de ambas cuencas en el plano de los 2 primeros componentes principales derivados de los caracteres morfométricos analizados: el primer componente (CP 1) explica el 22.5% y el segundo (CP 2) el 16.1% de la varianza. Los círculos negros representan a los ejemplares del Atlántico y las cruces azules a aquellos del Pacífico.

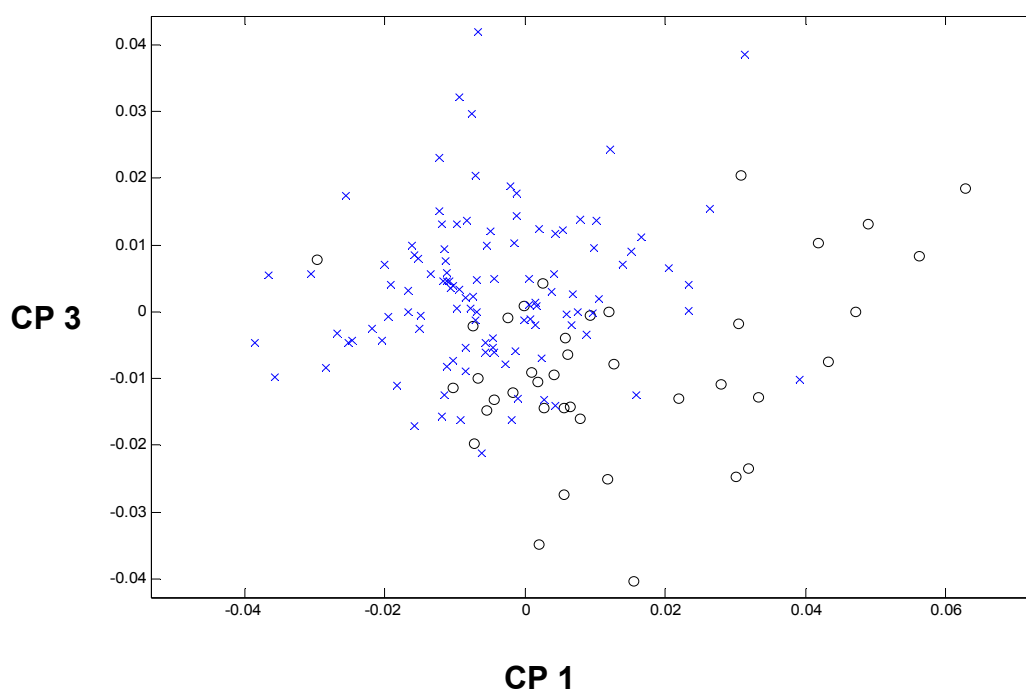


Figura 8. Proyección de *G. cinereus* de ambas cuencas en el plano del primer y tercer componente derivados de los caracteres morfométricos analizados: el primer componente (CP 1) explica el 22.5% y el tercero (CP 3) el 11.6% de la varianza. Los círculos negros representan a los ejemplares del Atlántico y las cruces azules a aquellos del Pacífico.



Posterior a este análisis se realizó un análisis de variables canónicas de tipo discriminante y el cálculo del estadístico Lambda de Wilks, con el fin de probar las diferencias entre los grupos establecidos *a priori* (*G. cinereus* Atlántico GCA; *G. cinereus* Pacífico GCP y *E. gula* EG). De tal manera que se generó un modelo con 18 variables, de las cuales 11 presentaron diferencias significativas (Tabla IV).

Tabla. IV. Resumen de la función del AVC para 18 variables analizadas. Lambda de Wilks= 0.09863 aprox., F (36,412)=24.997 p<0.0000. Se resaltan en negritas las variables con mayor significancia.

Variable	Lambda de Lambda		valor de F		1-Tolerancia	
	Willks	Parcial	(2,206)	nivel-p	Tolerancia	(R ²)
1	0.099015	0.996085	0.40484	0.667616	0.367035	0.632965
2	0.098786	0.998399	0.16520	0.847840	0.415751	0.584249
3	0.100404	0.982309	1.85503	0.159052	0.615747	0.384253
4	0.099638	0.989859	1.05526	0.349977	0.660717	0.339283
5	0.113505	0.868928	15.53691	0.000001	0.468789	0.531211
6	0.109959	0.896944	11.83442	0.000014	0.537795	0.462205
7	0.116954	0.843305	19.13854	0.000000	0.482837	0.517163
8	0.111186	0.887053	13.11484	0.000004	0.446477	0.553523
9	0.105437	0.935420	7.11095	0.001032	0.424956	0.575044
10	0.103185	0.955828	4.75993	0.009531	0.375614	0.624386
11	0.099253	0.993700	0.65304	0.521538	0.667072	0.332928
12	0.102685	0.960486	4.23734	0.015725	0.277510	0.722490
13	0.100463	0.981733	1.91652	0.149732	0.435178	0.564822
14	0.111692	0.883031	13.64374	0.000003	0.319370	0.680630
15	0.145813	0.676396	49.27767	0.000000	0.521793	0.478207
16	0.118050	0.835473	20.28341	0.000000	0.528977	0.471023
17	0.107146	0.920497	8.89610	0.000197	0.328052	0.671948
18	0.100445	0.981906	1.89807	0.152469	0.813973	0.186027

A continuación, se determinaron las dos variables canónicas, que en conjunto representaron el 100% de la variancia entre los grupos. La raíz 1 representó el 80% de la variación y la raíz 2 el 20% de dicha variación (Tabla V).



Tabla V. Coeficientes normalizados de las variables canónicas generadas en el análisis.

Variable	Raíz 1	Raíz 2
1	-0.087946	-0.094467
2	-0.004316	0.087657
3	-0.173343	0.096010
4	-0.011663	0.174701
5	-0.090577	0.739431
6	-0.443591	0.259469
7	0.578652	-0.333846
8	0.558368	-0.072376
9	-0.035513	0.549836
10	0.116969	0.462074
11	0.034044	-0.130579
12	-0.166292	-0.490598
13	-0.163503	0.202667
14	-0.653886	-0.214197
15	-0.745345	-0.590438
16	-0.554485	0.358401
17	0.107606	-0.683179
18	0.112204	-0.155797
Eigenvalor	4.076433	0.997302
% acumulado	0.803438	1.000000



Por medio del estadístico de chi-cuadrada, asociado al cálculo de las funciones discriminantes, se determinaron los valores significativos de la correlación canónica. Se indica una alta proporción de la variancia compartida entre los ejemplares de cada cuenca (Tabla VI).

Tabla VI. Resumen de las variables evaluadas del análisis. Prueba de chi-cuadrada (X^2) con remoción de raíces: VC (variable canónica); g.l. (grados de libertad); R (Correlación canónica); λ (Lambda de Wilks); valor de p (nivel de significancia)

VC	Eigenvalor	R	λ	X^2	g.l.	valor-p
0	4.076433	0.896109	0.098627	496.8691	36	0.00
1	0.997302	0.706629	0.500676	148.3905	17	0.00

Los individuos de cada grupo se clasificaron con el 92% de confianza estadística (Tabla VII), lo cual indica que la mayoría de estos ejemplares correspondieron a los grupos establecidos *a priori*. Al aplicarse la prueba de asignación de individuos a los grupos, basada en las distancias cuadráticas de Mahalanobis, se obtuvo una correcta asignación de los ejemplares a cada cuenca (Tabla VIII).

Tabla VII. Matriz de clasificación de *G. cinereus* del Atlántico (GCA) *G. cinereus* de Pacífico (GCP) y *E. gula* (EG); en renglones se presenta la clasificación predecida por el AVC y en columnas la clasificación observada.

	%	GCA	EG	GCP
Grupo	de Corrección	p=.20354	p=.31416	p=.48230
GCA	80.43478	37	1	8
EG	97.18310	2	69	0
GCP	93.57798	6	1	102
Total	92.03540	45	71	110



Tabla VIII. Distancias cuadráticas de Mahalanobis obtenidas de las distancias entre los centroides de las variables obtenidas en el análisis para *G. cinereus* del Atlántico (GCA) *G. cinereus* de Pacífico (GCP) y *E. gula* (EG). $p < 0.000000$

Grupo	GCA	EG	GCP
GCA	0.00000	18.21620	7.39567
EG	18.21620	0.00000	20.56209
GCP	7.39567	20.56209	0.00000

La separación y dispersión de los ejemplares de *G. cinereus* de cada cuenca, así como de *E. gula* se proyecta de manera evidente en el espacio multifactorial (figura 9).

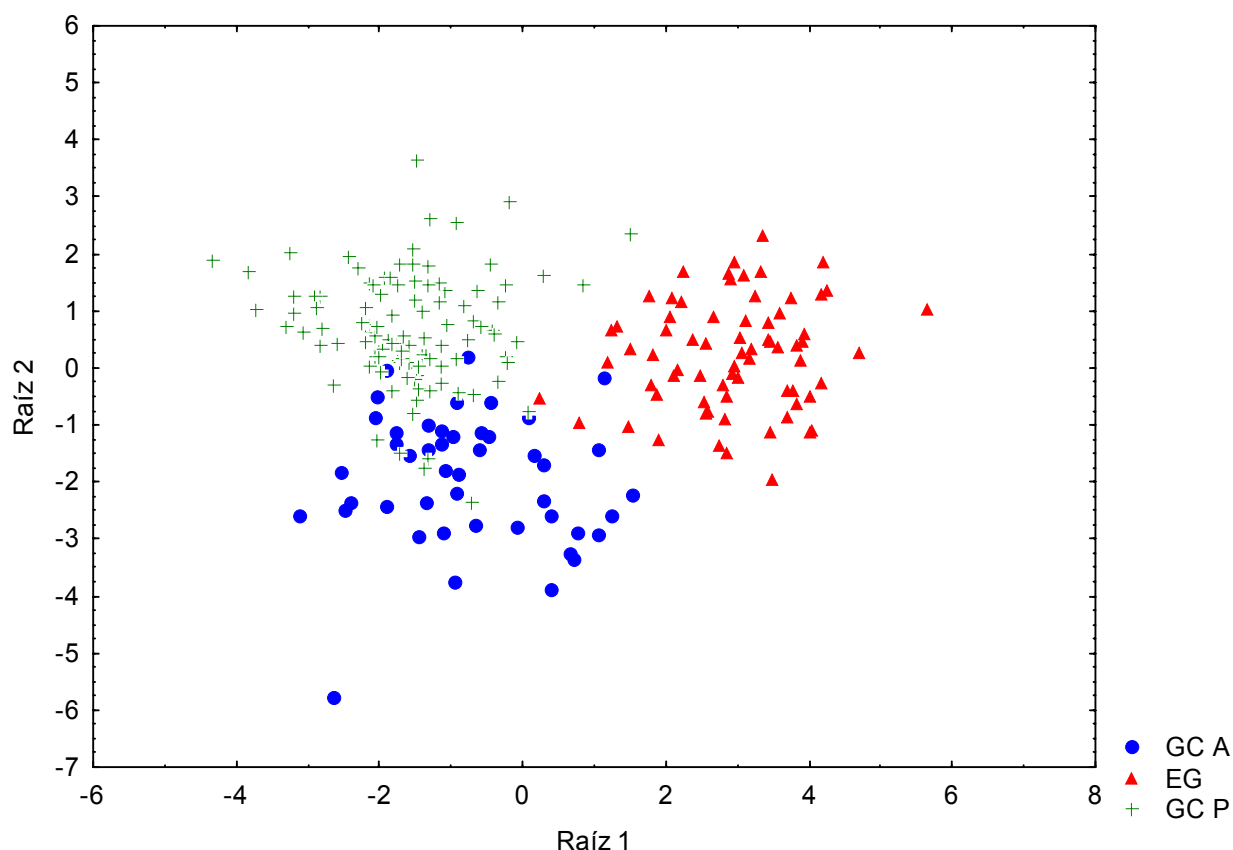


Figura 9. Proyección en el plano definido por las variables canónicas 1 y 2 de los ejemplares analizados: *G. cinereus* del Atlántico (GCA), *G. cinereus* de Pacífico (GCP) y *E. gula* (EG). La raíz 1 (VC1) representó el 80% de la variancia y la raíz 2 (VC2) el restante 20%.



En la figura 9, se observa que en la raíz 1 se segregan de manera evidente los ejemplares de *G. cinereus* con aquellos de *E. gula*, a pesar de poseer entre ellos una similitud morfológica muy evidente; mientras que en la raíz 2 los ejemplares del Atlántico se separan claramente de aquellos del Pacífico, los cuales son considerados en la actualidad como una misma entidad taxonómica.

Asimismo, se muestran las gradillas de deformación de los ejemplares, tanto de la vertiente del Atlántico (Fig. 10) y del Pacífico (Fig. 11) como de ambas cuencas (Fig. 12), las cuales permitieron observar el desplazamiento de las variables de los individuos con respecto a la configuración promedio; de manera particular, en estas se observó que la mayor variación estuvo dirigida hacia la región caudal del organismo.

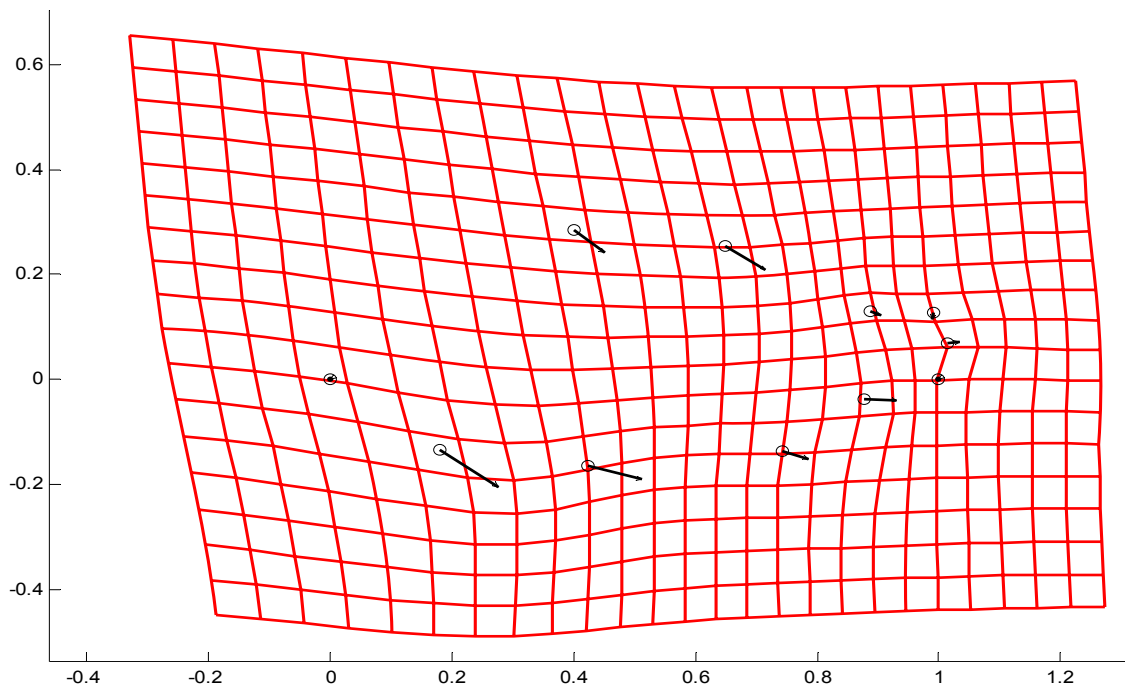


Figura 10. Gradilla de deformación de los ejemplares de *G. cinereus* de la costa del Atlántico de América. El tamaño de las flechas indica la variación que se presenta en esa región específica del organismo y la dirección hacia donde va orientada esa mayor variación.



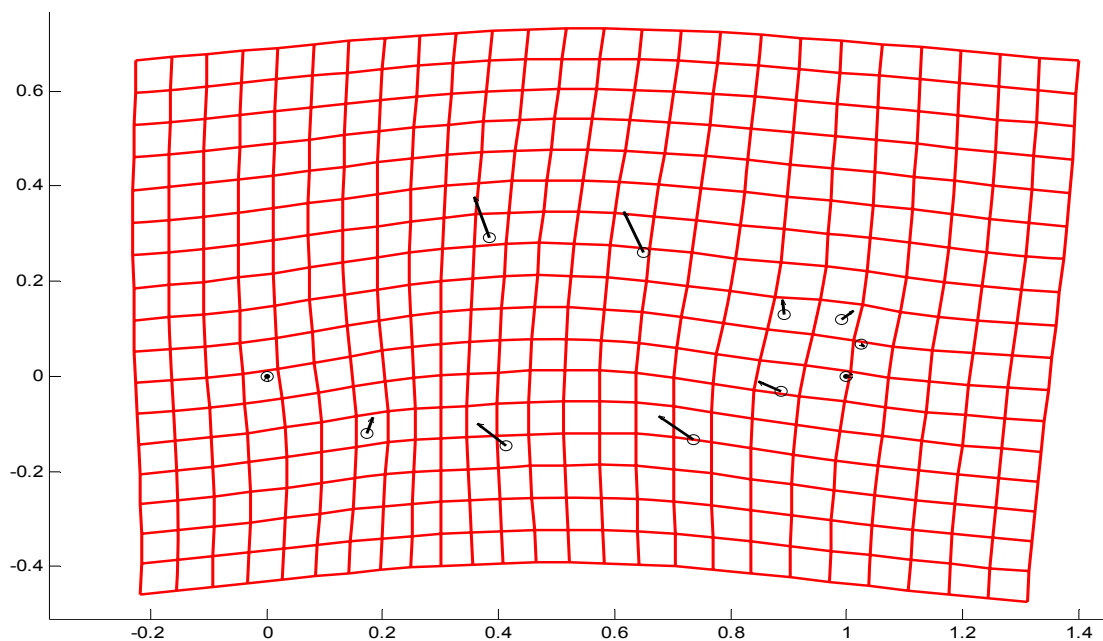


Figura 11. Gradilla de deformación de los ejemplares de *G. cinereus* de la costa del Pacífico de América. El tamaño de las flechas indica la variación que se presenta en esa región específica del organismo y la dirección hacia donde va orientada esa mayor variación.

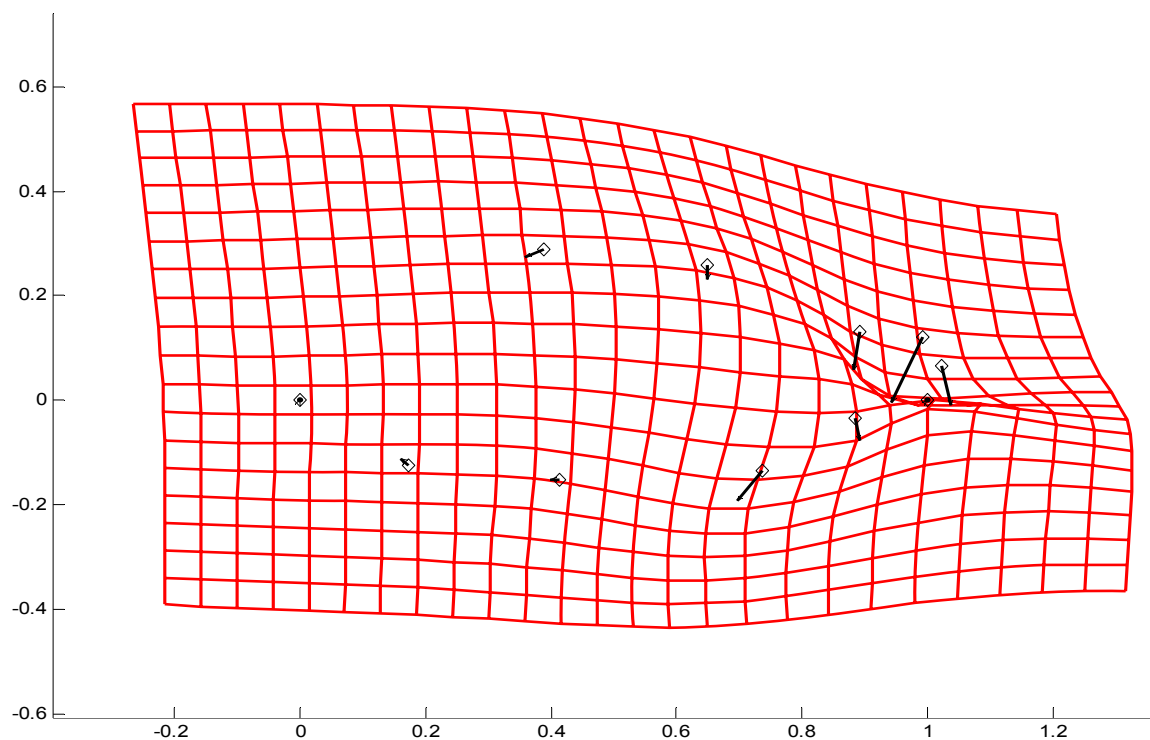


Figura 12. Gradilla de deformación de los ejemplares de *G. cinereus* de ambas costas de América. El tamaño de las flechas indica la variación que se presenta en esa región específica del organismo y la dirección hacia donde va orientada esa mayor variación.



Una vez observadas las diferencias por medio de los análisis de componentes principales y de variables canónicas en los atributos morfométricos, se llevó a cabo un análisis morfométrico tradicional basado en distancias corporales. Se determinaron un total de 15 distancias morfométricas cuyos intervalos y promedios se presentan en el Anexo 1.

De manera posterior, se aplicó una prueba de comparación de medias entre grupos (*t* de student) con cada una de estas distancias, para determinar la significancia ($p < 0.05$) de las diferencias entre los grupos de cada cuenca. Como resultado de estas pruebas estadísticas se observó que la mayoría de las variables mostraron diferencias significativas con excepción de algunas distancias que involucran la longitud de la segunda espina dorsal y la longitud de la segunda espina anal (Tabla IX). Estas distancias fueron de utilidad para la elaboración de las descripciones de los organismos.

Tabla IX. Distancias del análisis tradicional, se muestran en negritas las estadísticamente significativas. Ver acrónimos en la figura 6.

	Promedio Pacífico	Promedio Atlántico	Valor-t	g.l.	<i>p</i>	Pacífico (<i>n</i>)	Atlántico (<i>n</i>)	Desv. Est. Pacífico	Desv. Est. Atlántico	F	<i>p</i>
LC-LP	2.937743	2.853495	2.52810	153	0.012482	109	46	0.192274	0.182798	1.106362	0.715826
AC-LP	2.362960	2.293548	4.78862	153	0.000004	109	46	0.080996	0.085815	1.122550	0.619088
DO-LC	3.403670	3.024958	5.97984	153	0.000000	109	46	0.402150	0.230206	3.051693	0.000060
LM-LC	3.338535	3.172080	3.07982	153	0.002456	109	46	0.340642	0.206846	2.712085	0.000291
LPD-LP	2.141296	2.086001	4.35330	153	0.000024	109	46	0.075037	0.065047	1.330722	0.281548
LBAA-LBAD	2.975645	3.085305	-2.27701	153	0.024172	109	46	0.160120	0.439957	7.549691	0.000000
L2ED-LC	1.940073	1.913798	0.60661	153	0.545008	109	46	0.237958	0.265438	1.244300	0.360226
L2ED-LP	5.672094	5.433055	2.38211	153	0.018442	109	46	0.555632	0.605446	1.187344	0.468951
L2ED-APC	0.664392	0.646630	1.37716	153	0.170476	109	46	0.071288	0.078097	1.200127	0.442673
L2EA-LC	2.187370	2.387404	-4.26617	153	0.000035	109	46	0.270101	0.258285	1.093593	0.750060
L2EA-LP	6.414972	6.823358	-2.71215	153	0.007450	109	46	0.811707	0.955208	1.384835	0.175617
L2EA-APC	0.750703	0.810572	-3.43708	153	0.000757	109	46	0.095592	0.106957	1.251900	0.347319
L2EA-LPC	0.626204	0.635382	-0.52227	153	0.602235	109	46	0.090594	0.119454	1.738608	0.021212
LPC-APC	1.208081	1.295346	-3.53477	153	0.000540	109	46	0.129593	0.163482	1.591386	0.053297
LPC-LC	3.531672	3.831965	-3.51387	153	0.000581	109	46	0.463116	0.537128	1.345165	0.217011



Asimismo, se determinaron las distancias que fueron de mayor utilidad para discriminar entre los ejemplares de cada cuenca y con el fin de observar si existía una tendencia en la variabilidad de las características morfológicas para crecer y/o decrecer en función del aumento de la talla de un organismo, se realizaron gráficas de dispersión entre estos grupos.

Respecto a la longitud del pedúnculo caudal en relación a la longitud cefálica (Fig. 13), no se observó diferencias entre los ejemplares conforme aumenta la talla del organismo, sin embargo, esta proporción biométrica si presenta diferencias y resulta de utilidad para separar entre los grupos de cada vertiente.

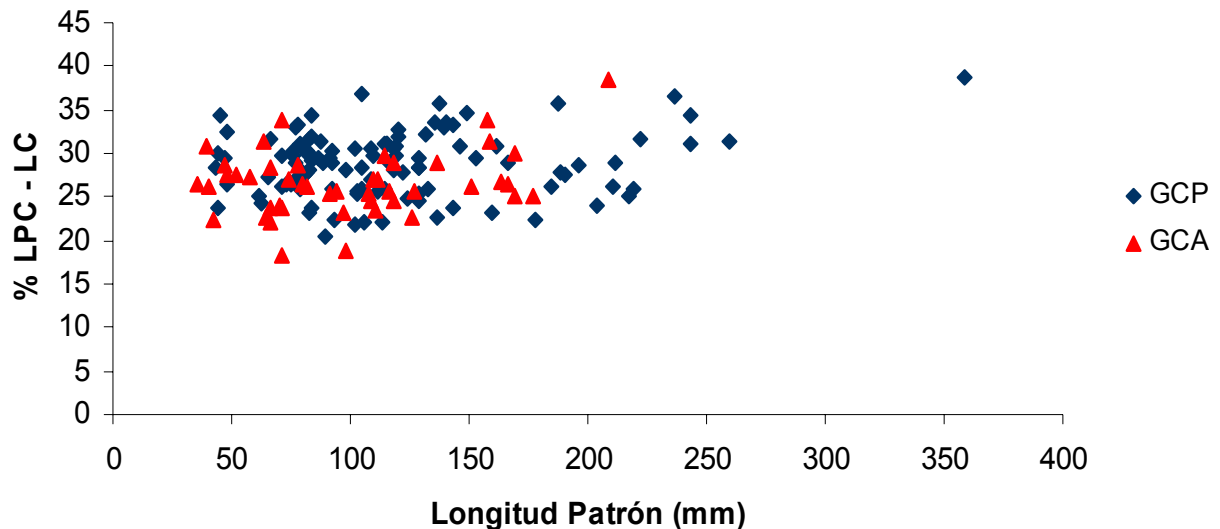


Figura 13. Longitud del pedúnculo caudal (LPC) y longitud cefálica (LC), con respecto a la talla (LP) *G. cinereus* del Pacífico (GCP) y *G. cinereus* del Atlántico (GCA).

La relación existente entre la longitud del pedúnculo caudal y la altura de este con respecto a la talla tampoco mostró diferencias evidentes en organismos de ambas cuencas (Fig. 14), sin embargo, esta proporción permitió evidenciar diferencias morfométricas entre los ejemplares de cada cuenca.



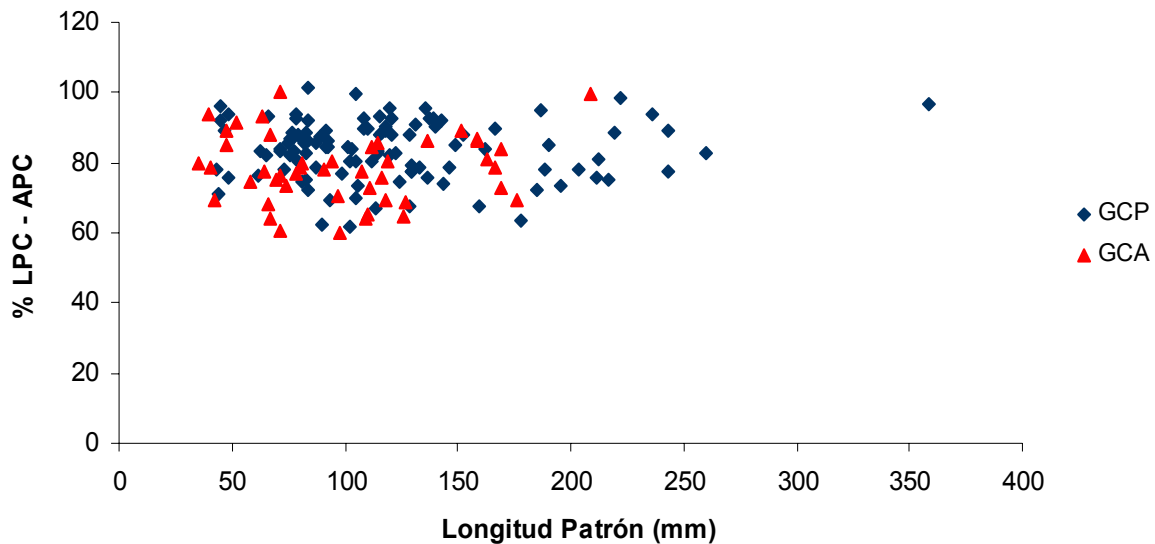


Figura 14. Longitud del pedúnculo caudal (LPC) y la altura del pedúnculo caudal (APC) con respecto a la talla (LP). *G. cinereus* del Pacífico (GCP) y *G. cinereus* del Atlántico (GCA).

En relación al diámetro ocular con respecto a la longitud cefálica se observó una ligera diferenciación entre los grupos analizados, ya que se evidenció una tendencia a diferenciarse estas estructuras conforme aumenta la talla (Fig. 15).

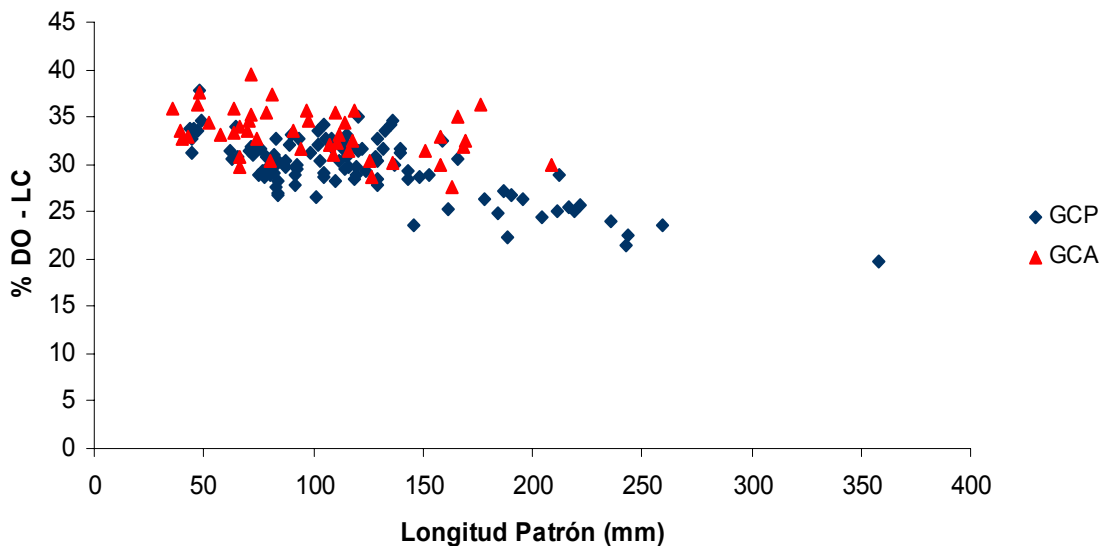


Figura 15. Longitud del diámetro ocular (DO) en relación a la longitud cefálica (LC) con respecto a la talla (LP). *G. cinereus* del Pacífico (GCP) y *G. cinereus* del Atlántico (GCA).



La relación entre la longitud de la segunda espina anal y la longitud cefálica permitió separar morfométricamente a cada cuenca, sin embargo no fue posible visualizar una diferenciación con respecto al crecimiento individual (Fig. 16).

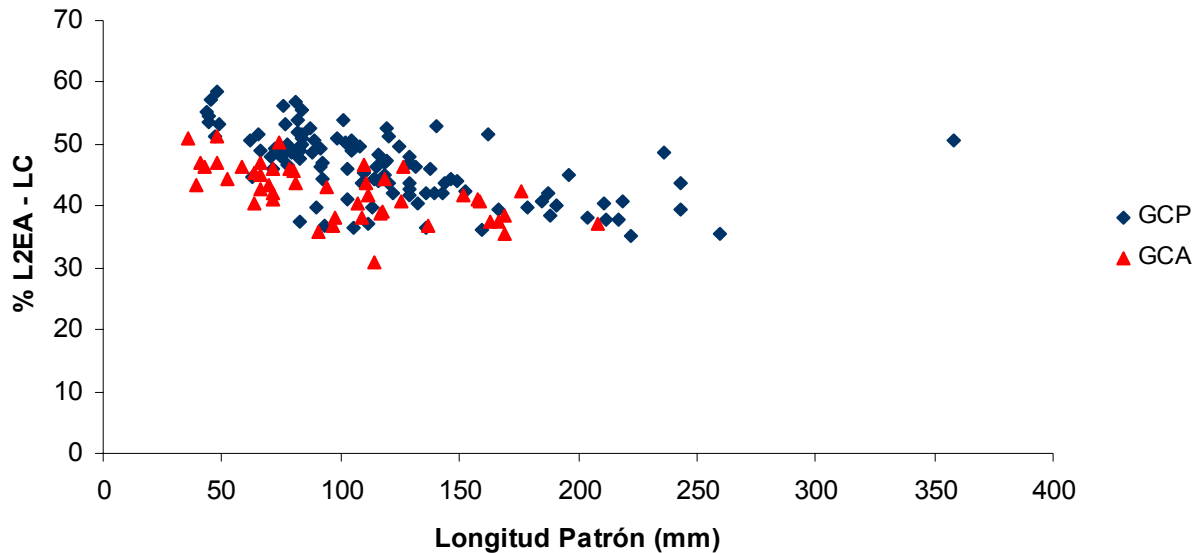


Figura 16. Longitud de la segunda espina anal (L2EA) en relación a la longitud cefálica (LC) con respecto a la talla (LP). *G. cinereus* del Pacífico (GCP) y *G. cinereus* del Atlántico (GCA)

La relación biométrica entre la longitud de la segunda espina anal y la altura del pedúnculo caudal, evidencia una ligera separación entre los organismos de cada cuenca respecto a la talla observada (Fig. 17), asimismo, representó uno de los caracteres morfológicos de mayor relevancia para separar entre estos ejemplares.

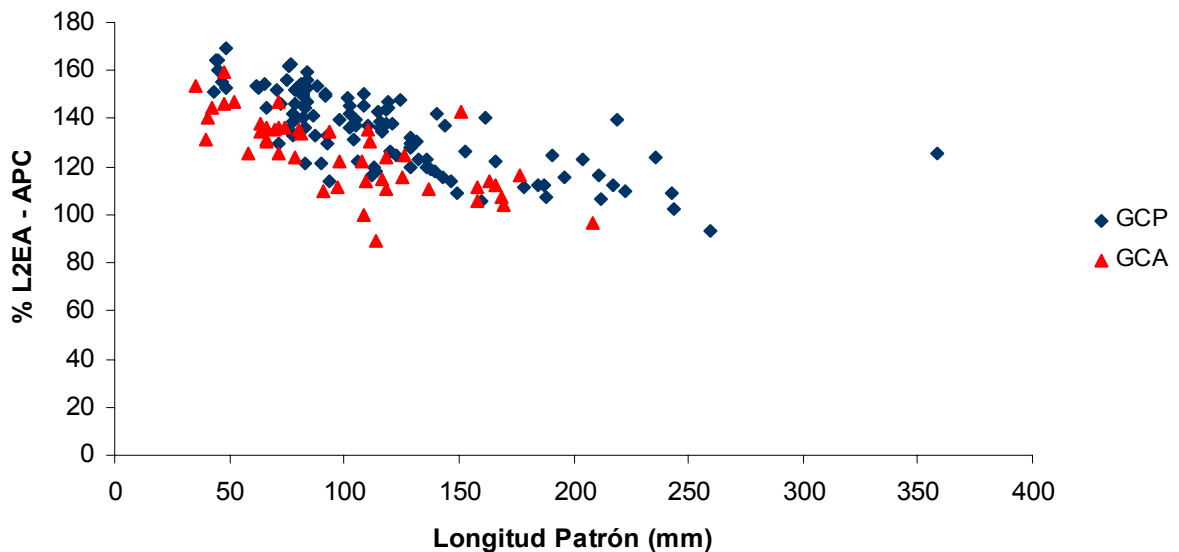


Figura 17. Longitud de la segunda espina anal (L2EA) en relación a la altura del pedúnculo caudal (APC) con respecto a la talla (LP). *G. cinereus* del Pacífico (GCP) y *G. cinereus* del Atlántico (GCA)



En cuanto a la proporción entre la longitud de la maxila con respecto a la longitud cefálica, aunque en los ejemplares del Pacífico existe un intervalo de variación mayor, la mayor parte de aquellos del Atlántico se corresponden también dentro de este límite de valores, por lo cual no fue posible observar una diferencia entre los ejemplares de cada cuenca (Fig. 18).

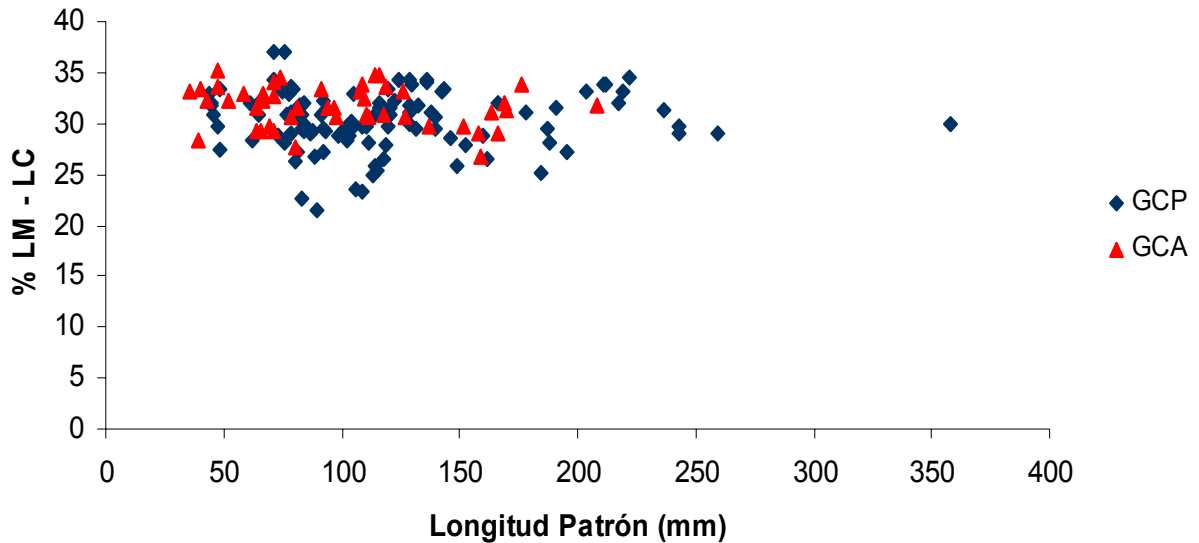


Figura 18. Longitud de la maxila (LM) en relación a la longitud cefálica (LC) con respecto a la talla (LP). *G. cinereus* del Pacífico (GCP) y *G. cinereus* del Atlántico (GCA)

De acuerdo con el conjunto de resultados, es posible rebatir el estatus taxonómico actual que acepta la existencia de una sola especie nominal de *G. cinereus* para las costas de América, por lo cual se puede considerar que la forma del Atlántico debe nombrarse como *Gerres cinereus* (Walbaum, 1792) y la del Pacífico como *Gerres simillimus* Regan, 1907.



7.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE *Gerres* EN AMÉRICA.

Se presenta la clasificación taxonómica de los grupos resultantes de este análisis, esta se realizó con base en Nelson (2006):

PHYLLUM Chordata

SUBPHYLLUM Craniata

SUPERCLASE Gnathostomata

CLASE Actinopterygii

SUBCLASE Neopterygii

DIVISION Teleostei

SUBDIVISION Euteleostei

SUPERORDEN Acanthopterygii

SERIE Percomorpha

ORDEN Perciformes

SUBORDEN Percoidei

SUPERFAMILIA Percoidea

FAMILIA Gerreidae Günther, 1862

GÉNERO *Gerres* Quoy y Gaimard, 1824

Gerres cinereus (Walbaum, 1792)

Gerres simillimus Regan, 1907



7.4. CLAVE TAXONÓMICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO *Gerres* EN AMÉRICA

1a. De 39 a 47 (moda 45) escamas con poro en la línea lateral; 5 a 5 ½ (moda 5) escamas entre la base de la última espina y la línea lateral; diámetro ocular de 2.5 a 3.6 (promedio 3) veces en la longitud cefálica; longitud de la segunda espina anal de 2 a 3.2 veces (promedio 2.4) veces en la longitud cefálica; hasta siete (moda 5) barras verticales en los costados del cuerpo; aletas con coloración ceniza, excepto pélvicas, anal y parte proximal de la dorsal que poseen coloración amarilla intenso; organismos con distribución en el Atlántico occidental (Fig. 19).....*Gerres cinereus*



Figura 19. *G. cinereus*. CICIMAR-CI: s/n 155 mm LP. Boca Del Río, Veracruz, México.

1b. De 38 a 44 (moda 41) escamas con poro en la línea lateral; 4 a 4 ½ (moda 4) escamas entre la porción media de la base de la aleta dorsal (base de la última espina) y la línea lateral; diámetro ocular de 2.6 a 5 (promedio 3.4) veces en la longitud cefálica; longitud de la segunda espina anal de 1.7 a 2.8 (promedio 2.2) veces en la longitud cefálica; presencia de hasta 10 (moda 7) barras verticales en los lados del cuerpo; aletas pélvicas y anal poseen coloración amarillo pálido; organismos con distribución en la vertiente del Pacífico oriental, (Fig. 20).....*Gerres simillimus*



Figura 20. *G. simillimus*. CICIMAR-CI: s/n 220 mm LP. San Juan de la Costa, B.C.S. México.



7.5. TAXONOMÍA DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO *Gerres* EN AMÉRICA

Gerres cinereus (Walbaum)



Figura 21. *G. cinereus* (Walbaum, 1792). BMNH 1931.12.5 242, 191 mm LP; Loc: Antigua, Antillas Menores.

Diagnosis: Diámetro ocular de 2.5 a 3.6 (promedio 3) veces en la longitud cefálica; longitud de la segunda espina anal de 2 a 3.2 (promedio 2.4) veces en la longitud cefálica; longitud de la segunda espina anal de 0.6 a 1.1 (promedio 0.8) veces en la altura del pedúnculo caudal; longitud del pedúnculo caudal de 1 a 1.6 (promedio 1.3) veces en la altura del pedúnculo caudal; longitud del pedúnculo caudal de 2.6 a 5.5 (promedio 3.8) veces en la longitud cefálica; De 39 a 47 (moda 45) escamas con poro en la línea lateral; 5 a 5 ½ escamas entre la base de la última espina dorsal y la línea lateral; presencia de hasta siete (moda 5) barras laterales oscuras bien formadas en los costados; aletas por lo general con coloración ceniza, excepto pélvicas y anal que poseen coloración amarillo intenso.



Descripción: Cuerpo comprimido y alto, su altura (AC) comprendida de 2 a 2.5 (promedio 2.3) veces en la longitud patrón (LP). Longitud cefálica (LC) de 2.5 a 3.2 (promedio 2.8) veces en la LP. Diámetro ocular (DO) de 2.5 a 3.6 (promedio 3) veces en la LC. Longitud de la maxila (LM) de 2.8 a 3.7 (promedio 3.2) veces en la LC. Longitud del pedúnculo caudal (LPC) de 1.9 a 2.2 (promedio 2.1) veces en la LP. Longitud de la base de la aleta anal (LBAA) de 2.5 a 5.7 (promedio 3.1) veces en la longitud de la base de la aleta dorsal (LBAD). Longitud de la segunda espina dorsal (L2ED) de 1.5 a 2.6 (promedio 1.9) veces en la LC, de 4.5 a 7.0 (promedio 5.4) veces en la LP y de 0.5 a 0.8 (promedio 0.6) veces en la altura del pedúnculo caudal (APC). Aleta pélvica con I, 5; Aleta anal con III, 7 (algunas veces III, 6); aleta dorsal con IX, 10 (algunas veces IX, 9); aleta pectoral con 15 radios (de manera ocasional 16); longitud de la segunda espina anal (L2EA) de 1.9 a 3.2 (promedio 2.4) veces en la LC, de 5.4 a 9.8 (promedio 6.8) veces en la LP, de 0.6 a 1.1 (promedio 0.8) veces en APC y de 0.4 a 1 (promedio 0.6) veces en LPC; la LPC de 1 a 1.6 (promedio 1.3) veces en APC y de 2.6 a 5.5 (promedio 3.8) veces en la LC. De 39 a 47 (moda 45) escamas con poro en la línea lateral, extendida desde la parte posterior del opérculo hasta la base de la aleta caudal. 5 a 5 ½ escamas entre la mitad de la aleta dorsal (inicio de la porción radiosa) y la línea lateral. Boca terminal, extremadamente protráctil, labios delgados. Ocho branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial. Hasta siete (moda 5) barras laterales oscuras evidentes en los costados un número menor que aquellos ejemplares de la cuenca del Pacífico. En estado fresco estos ejemplares presentan un color plateado intenso en los costados; las aletas pectorales y la parte distal de la dorsal poseen un color cenizo, aletas pélvicas, anal y parte proximal de la dorsal con una pigmentación amarilla intensa que desaparece de manera gradual al morir el organismo.

Distribución geográfica: Desde Carolina del Norte en E.U.A hasta Río de Janeiro en Brasil, incluyendo el Golfo de México, las Bahamas, las Antillas e islas del Caribe.



Comentarios: Para esta especie no existe holotipo, ya que el material descrito por Walbaum al parecer se encuentra extraviado y no existe ningún otro ejemplar de la serie tipo (e.g. paratipo o lectotipo) que haya sido designado para este taxón.

Notas: Los organismos de la especie habitan aguas costeras poco profundas, fondos arenosos de bahías con praderas de *Thalassia*, manglares y se ha reportado su presencia cerca de las desembocaduras de algunos ríos de varias islas antillanas e incluso dentro de cenotes anquihalinos. Organismos bentófagos (llegan a consumir plantas e insectos). Presentan sexos separados, aunque se han descubierto individuos excepcionales con un testículo y un ovario. Alcanzan la madurez sexual entre el año y los dos años de edad. Se reproducen todo el año con un pico en agosto. Su crecimiento presenta cierta alometría y tasas más elevadas que otros miembros de la familia. El tamaño máximo reportado es de 41 cm de longitud total, lo cual lo convierte en la especie de mayor talla de toda la familia en las costas del Atlántico. Esta es la razón por la cual existe una pesca dirigida hacia esta especie (Schmitter-Soto, 1998; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; McEachran y Fechhelm, 2005).

***Gerres simillimus* Regan**



Figura 22. *G. simillimus* Regan, 1907. CICIMAR CI-1304, 236 mm LP; Loc: Puerto Escondido, Loreto, B.C.S. México.



Diagnosis: Diámetro ocular de 2.6 a 5 (promedio 3.4) veces en la longitud cefálica; longitud de la segunda espina anal de 1.7 a 2.8 (promedio 2.2) veces en la longitud cefálica; longitud de la segunda espina anal de 0.6 a 1 (promedio 0.75) veces en la altura del pedúnculo caudal; longitud del pedúnculo caudal de 1 a 1.6 (promedio 1.2) veces en la altura del pedúnculo caudal; longitud del pedúnculo caudal de 2.6 a 5 (promedio 3.5) veces en la longitud cefálica; de 38 a 44 (moda 41) escamas con poro en la línea lateral; 4 a 4 ½ escamas entre la mitad de la aleta dorsal y la línea lateral; presencia de hasta 8 (moda 7) barras laterales oscuras bien formadas en los costados, tallas mayores de 30 cm en LP tienden a formar estas barras en una serie de grandes puntos; aleta pectoral y parte distal de la dorsal con coloración ceniza, aletas pélvicas, anal y parte proximal de la dorsal poseen coloración amarillenta tenue en ejemplares de todas las tallas.

Descripción: Cuerpo comprimido y alto, de 2.1 a 2.6 (promedio 2.3) veces en la longitud patrón (LP). Longitud cefálica (LC) de 2.5 a 3.7 (promedio 2.9) veces en la LP. Diámetro ocular (DO) de 2.6 a 5.0 (promedio 3.4) veces en la LC. Longitud de la maxila (LM) de 2.7 a 4.7 (promedio 3.3) veces en la LC. Longitud del pedúnculo caudal (LPC) de 2.0 a 2.4 (promedio 2.1) veces en la LP. Longitud de la base de la aleta anal (LBAA) de 2.4 a 3.3 (promedio 3.0) veces en la longitud de la base de la aleta dorsal (LBAD). Aleta dorsal con IX, 10 (algunas veces IX, 9); aleta pectoral con 15 radios (ocasionalmente 16); Longitud de la segunda espina dorsal (L2ED) de 1.3 a 2.7 (promedio 1.9) veces en la LC, de 4.8 a 7.8 (promedio 5.6) veces en la LP y de 0.5 a 0.9 (promedio 0.6) veces en la altura del pedúnculo caudal (APC). Aleta pélvica con I, 5; Aleta anal con III, 7 (algunas veces III, 6); longitud de la segunda espina anal (L2EA) de 1.7 a 2.8 (promedio 2.2) veces en la LC, de 4.9 a 8.9 (promedio 6.4) veces en la LP, de 0.6 a 1.0 (promedio 0.7) veces en APC y de 0.4 a 0.9 (promedio 0.6) veces en LPC. LPC de 1 a 1.6 (promedio 1.2) veces en APC y de 2.6 a 5.0 veces (promedio 3.5) en la LC. De 38 a 44 (moda 41) escamas con poro en la línea lateral, considerada desde la parte posterior del opérculo o inicio de la apertura branquial



hasta la base de la aleta caudal. 4 a 4 ½ escamas entre la mitad de la aleta dorsal (inicio de la porción radiosa) y la línea lateral. Aleta caudal muy ahorquillada, boca terminal, fuertemente protráctil, labios delgados. Presenta ocho branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial (algunas veces 7). Hasta nueve (moda 7) barras laterales evidentes en los costados. En estado fresco la coloración de estos ejemplares presenta un plateado intenso en los costados con presencia muy evidente de hasta nueve barras laterales características de la especie; en tal condición, las aletas presentan color cenizo, excepto las pélvicas y la anal que muestran pigmentación amarillo pálido.

Distribución geográfica: Desde el sur de California hasta el norte de Perú, incluyendo el Golfo de California e islas oceánicas, como Revillagigedo, Malpelo y Galápagos.

Comentarios: Los sintipos de *G. simillimus*, descritos por Charles T. Regan (1907) fueron depositados en el Museo de Historia Natural de Londres (BMNH), sin embargo, al encontrarse en calidad de préstamo no fue posible su examen en el presente estudio.

Notas: En la costa del Pacífico, los ejemplares de esta especie habitan en ambientes costeros, principalmente sobre fondos arenosos, aunque se pueden llegar a encontrar en arrecifes rocosos y manglares. Suelen migrar durante el día entre estos hábitats e incluso llegan a incursionar en aguas continentales y salobres con salinidades de hasta 2 ppm (Bussing, 1995; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Humann y Deloach, 2004; Miller *et al.*, 2005;). Son organismos omnívoros que pueden llegar a formar cardúmenes para alimentarse (Chávez-Comparán y Hammann, 1989). La talla máxima reportada es de 47 cm de longitud total (Rodríguez-Romero *et al.*, 2008), la cual se podría considerar como la mayor longitud registrada para algún miembro de la familia Gerreidae.



8. DISCUSIÓN

Nomina si nescis, perit et cognitio rerum.

“Si ignoras el nombre de las cosas,
desaparece también lo que sabes de ellas”.

Carl von Linné, 1755. (*Metamorphosis plantarum*)

El uso de la inteligencia y la razón le ha permitido al ser humano, desde su origen como especie y a lo largo del desarrollo histórico de sus distintas sociedades, sentir curiosidad acerca de las diferencias y similitudes que existen entre los objetos y eventos a su alrededor; asimismo, le han permitido relacionar estos hechos con su percepción sobre las discontinuidades de la naturaleza. Esto podría indicar que la clasificación actual de los organismos se originó desde muy temprano en nuestra historia cultural (Winston, 1999). Sin embargo, hasta hace apenas 250 años fue que se estableció el actual sistema jerárquico-nomenclatural para designarlos (Wheeler y Meier, 2000; Miller *et al.*, 2005), dicho sistema se apoya en la Taxonomía, disciplina que se encarga de nombrar y clasificar a las formas biológicas (Lincoln *et al.*, 2001).

Para cumplir este objetivo, el trabajo taxonómico se basa en la descripción de la forma conspicua del organismo, la comparación entre ellos, así como el estudio y descripción de sus caracteres anatómicos; el conjunto de estos procedimientos han constituido de manera tradicional, un elemento central en el campo de la biología (Wilson y Brown, 1953). Lo anterior ha dado lugar a que la clasificación taxonómica de los organismos y el entendimiento de la diversidad biológica, históricamente esté fundamentado en descripciones tipológicas de las formas (Hubbs, 1943; Winston, 1999).

En el caso de los peces, de manera tradicional las características morfológicas han sido la fuente primaria de información para estudios taxonómicos; a pesar del valor y la disponibilidad que pudieran brindar los datos genéticos, fisiológicos, conductuales y ecológicos para tales estudios, los ictiólogos siguen dependiendo en gran medida de la morfología para los estudios taxonómicos (Strauss y Bond *en* Schreck y Moyle, 1990). Por tanto, las características tales como la forma, talla,



patrones de pigmentación, disposición de las aletas y otros caracteres externos han sido útiles para el reconocimiento, identificación y clasificación de las especies (Kullander, 1999); mientras que la variación morfológica intraespecífica que se presenta en el grupo de los peces pudiera tener significados de tipo fisiológico, ecológico y taxonómico (De La Cruz-Agüero, 2001).

Taxonomía y nomenclatura.

La familia Gerreidae y algunas de sus especies, han experimentado una serie de cambios en su nomenclatura (e.g. translocaciones con otras familias, incorrectas determinaciones), situación que se puede atribuir a la complejidad en la taxonomía alfa del grupo, la superposición de algunos caracteres morfológicos y, en algunos casos, a la brevedad de las descripciones originales de dichos taxones (González-Acosta, 2005). De manera tradicional, todas las especies americanas de esta familia fueron incluidas dentro del género tipo: *Gerres* (e.g. Evermann y Meek, 1883, 1886). Sin embargo, fue durante el siglo XIX que a través de diversos trabajos taxonómicos se determinó la pertenencia de varias de estas especies a otros géneros establecidos dentro de la familia (e.g. Jordan y Evermann, 1896); quedando *Gerres* como un género monotípico en las aguas de América. A partir del estudio desarrollado por Regan (1906-1908), se propuso la existencia de una especie distinta dentro de este género para el Pacífico oriental, cuya descripción estuvo fundamentada en caracteres particulares observados por el autor (e.g. número de escamas en el cuerpo, longitud cefálica, patrón de coloración) para distinguirla de aquella forma presente en el Atlántico occidental.

La intención de este análisis y el objetivo del presente trabajo taxonómico fue tratar de aclarar la confusión nomenclatural generada desde el trabajo publicado por Meek y Hildebrand (1925), obra en la cual se menciona que la forma recién descrita del Pacífico no presentaba caracteres diferenciales de aquella del Atlántico y se debía considerar como un sinónimo de esta. Dicho estudio fue basado en la revisión de pocos ejemplares de ambas costas de Panamá; asimismo, se omitió bajo que criterios y/o caracteres analizados se llegó a tal conclusión. Sin embargo tal



propuesta fue retomada por autores subsecuentes en la literatura ictiológica (e.g. Bussing, 1995; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Gilmore y Greenfield, 2003).

En la actualidad, diversas obras ictiológicas han utilizado el binomio de *G. simillimus* para referirse a la forma de *Gerres* del Pacífico sin que haya de por medio algún estudio taxonómico-nomenclatural que valide dicho aserto. Robertson y Allen (2006, 2008) en sus obras sobre los peces presentes en el Pacífico oriental, nombran a la especie del género *Gerres* de esta región como *G. simillimus* Reagan, 1907; sin embargo, no se encontraron referencias en sus obras que permitieran validar esta propuesta. En el mismo sentido, Rodríguez-Romero *et al.* (2008) sugieren que a partir del trabajo de Antuna-Mendiola *et al.*, (2003), “entre otros” [*sic*], se pueda considerar que la forma del Pacífico oriental tenga una categoría de sinónimo (nombre actualmente bajo ese estatus) o que pueda ser considerado como una subespecie de aquella del Atlántico; sin embargo, tanto este caso como los anteriores están influenciados por el comentario de Nelson *et al.* (2004) quienes establecen la pertinencia de considerar la existencia de dos especies del género *Gerres* en América. Estos autores sugieren llevar a cabo los estudios formales y la publicación correspondiente, los cuales no existen a la fecha. Por consiguiente, tanto los trabajos de Robertson y Allen (2006, 2008) como el de Rodríguez-Romero *et al.* (2008), no representan estudios formales para sustentar la validez de *G. simillimus*; menos aún el estudio realizado por Antuna-Mendiola *et al.* (2003), debido a que no se publicó de manera formal.

El desconocimiento que prevalece sobre la taxonomía de algunas de las especies que componen a la familia Gerreidae y de manera particular al género *Gerres* en el mundo, ha repercutido en confusiones sobre su correcta identificación y, por ende, en la delimitación de sus áreas de distribución (Curran, 1942). Tal situación se puede atribuir, entre otros aspectos, a la brevedad de las descripciones originales de las especies de la familia (De La Cruz-Agüero, 2001; González-Acosta, 2005), así como al aparente extravío de varios ejemplares tipo.



Durante la realización del presente trabajo no fue posible llevar a cabo la revisión de organismos de las series tipo, ya que en el caso de *G. cinereus*, al parecer los ejemplares descritos por Walbaum, no existen físicamente en ningún museo biológico del mundo y son considerados como extraviados por Eschmeyer y Fricke (2009). Por otro lado, aquellos ejemplares de *G. simillimus* descritos por Regan para el Pacífico y depositados en el BMNH (Museo de Historia Natural de Londres) existen, aunque no fue posible su análisis debido a que se encontraban en préstamo (James Maclaine, *com pers.*²).

La pérdida del material original y la breve descripción de la especie *G. cinereus* por parte de Walbaum, así como la existencia de los problemas particulares de identificación y de nomenclatura de la especie, justificarían la necesidad de designar neotipos, tal como se ha realizado en grupos de teleósteos con una problemática similar (e.g. Talwar y Datta, 1971; Seshagiri Rao, 1977).

Merística

El uso de caracteres merísticos, de manera tradicional ha resultado de utilidad tanto para la descripción de las formas biológicas, como para su determinación taxonómica (Strauss y Bond *en* Schreck y Moyle, 1990). Sin embargo, dentro de la familia Gerreidae, la frecuente superposición en los conteos de varios de estos caracteres ha llevado a la determinación errónea, confusa e incierta de varias de sus especies, debido a la incorrecta interpretación y uso de los caracteres en algunas claves de identificación, de manera particular en etapas larvarias y juveniles (De La Cruz-Agüero y Galván-Magaña, 1993). En consecuencia, es evidente la utilidad de trabajos como el presente, que ayuden a clarificar estas confusiones taxonómicas que se pueden llegar a presentar durante la práctica de la determinación de las especies.

El número de elementos que componen la aleta dorsal (nueve espinas y diez radios), constituye un carácter diagnóstico para los miembros de la familia (Tapia-



García y Ayala-Pérez, 1997; Gilmore y Greenfield, 2003), pero no es útil para la discriminación entre sus especies (Tabla III). En el caso de la aleta anal, aunque es posible diferenciar algunos géneros y especies de guerreidos con base en este carácter (e.g. *Eucinostomus* spp. y *Eugerres brasiliensis*; Álvarez-Pliego, 2004; González-Acosta, 2005), en el presente trabajo *G. cinereus* no mostró diferencia alguna entre los ejemplares de ambas vertientes. En los conteos realizados se observó de manera constante que los últimos radios, tanto de la aleta dorsal como de la anal podían ser difíciles de contabilizar, lo cual puede deberse a que de manera tradicional en algunos grupos de Perciformes, los elementos de esta estructura han generado dificultades en su conteo, debido a que el último radio de esta aleta por lo general puede estar ramificado desde la base lo cual puede causar confusiones durante su revisión (Mansueti, 1958).

El conteo de las frecuencias del número de branquiespinas presentes en la rama inferior del primer arco branquial, no mostró diferencias en los ejemplares analizados (Tabla III). La presencia en ellos de ocho elementos concuerda con lo mencionado en la descripción original de *G. cinereus* Walbaum y de *G. simillimus* Regan. Sin embargo, difieren en los conteos reportados por Meek y Hildebrand (1925), quienes mencionan la presencia de solo siete de estas estructuras, aunque sin especificar la cantidad de ejemplares analizados y su variación, así como la talla y la cuenca oceánica a la que pertenecían. Este carácter puede resultar de utilidad para discriminar entre taxones a nivel supragenérico y para la diferenciación taxonómica de especies emparentadas, como en el caso de aquellas del género *Eugerres* (González-Acosta, 2005) aunque para este análisis en particular el conteo de estas estructuras no fue relevante para la diferenciación entre las especies de *Gerres*.

En contraste, el número de escamas entre la línea lateral y la aleta dorsal, representó uno de los caracteres con mayor diferencia en el presente estudio (Tabla III). Al carecer de información acerca de la metodología utilizada por Regan (1906-1908) para llevar a cabo este conteo, se determinó realizarla a partir de la porción media de la aleta dorsal (localizada entre la base de la última espina dorsal y el inicio



de la porción radiosa), en un sentido vertical hasta la línea lateral de la misma. La moda observada de cinco escamas en los ejemplares del Atlántico y de cuatro en el Pacífico confirmó lo mencionado por Regan (1906-1908) acerca de considerar a este conteo como el carácter diferencial con mayor relevancia entre las formas del Pacífico y el Atlántico. En el mismo sentido, el conteo del número de escamas con poro de la línea lateral resultó ser un carácter relevante que permitió diferenciar de manera evidente a los ejemplares de cada cuenca (Tabla III), debido a que las modas son distintas; en el caso de la forma del Pacífico el intervalo observado fue de 38 a 44 escamas (moda 41), número que concuerda con los conteos establecidos para *G. simillimus*, de 40 a 43 escamas (Regan, 1906-1908). Mientras que para la forma del Atlántico se presentó un intervalo de 39 hasta 47 (moda 45) escamas con poro de la línea lateral y aunque en la descripción original no se hace referencia a este conteo, estudios anteriores a Regan (e.g. Evermann y Meek, 1886; Jordan y Evermann, 1896) mencionan un promedio de 45 escamas en *G. cinereus*, lo cual concuerda con lo observado en los ejemplares de la cuenca Atlántica (Tabla III).

De acuerdo a lo anterior, la cuantificación del número de escamas y la determinación de sus intervalos, en los ejemplares de cada una de las cuencas pueden llegar a considerarse como caracteres diagnósticos para la identificación de estos organismos. Sin embargo, dichos atributos no son considerados en las claves taxonómicas que de manera común se utilizan para los ejemplares de guerreidos de estas cuencas (e.g. Bussing, 1995; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Gilmore y Greenfield, 2003; Miller *et al.*, 2005); por lo que es recomendable su implementación en el futuro.

En cuanto al patrón de coloración de estos peces, aunque podría no representar un criterio diagnóstico definitivo para su identificación (Cervigón, 1980 en González-Acosta, 2005); en el caso del género *Gerres* en América, la presencia de barras verticales oscuras en los costados del cuerpo resulta de utilidad para distinguirlo de los géneros emparentados (Castro-Aguirre *et al.*, 1999). En el presente estudio resultó evidente la separación de los ejemplares de cada cuenca, a partir de la cuantificación de este carácter (Tabla III); en los ejemplares del Pacífico se observó un intervalo que va de dos hasta nueve barras verticales (moda 7), número



que concuerda con lo establecido por Regan (1906-1908), quien mencionó la presencia de hasta diez barras en *G. similimus*. En tanto que los ejemplares de la forma del Atlántico de *G. cinereus* presentaron un intervalo de dos hasta ocho (moda 5), lo que significa un número menor, de manera comparativa, en relación a la forma del océano Pacífico, además de que coincide con aquel mencionado en las claves de identificación de guerreidos en el Atlántico (e.g. Gilmore y Grenfield 2003; Miller *et al.*, 2005) y con el número reportado en las revisiones de Everman y Meek (1883, 1886) y Jordan y Everman (1896).

La revisión de Meek y Hildebrand (1925), que generó el sinónimo entre las formas Atlántico-Pacífico, no consideró a este carácter como diagnóstico ya que omitieron cuantificar el intervalo de estas escamas en los ejemplares de esta especie que ellos examinaron. Sin embargo, el intervalo aquí observado permite considerarlo un carácter diferencial para discriminar entre ejemplares de ambas cuencas.

Morfología y relaciones biométricas

Diversos autores (e.g. Creech, 1992) mencionan que en estudios como el presente, el sexo y la diferenciación geográfica son algunos aspectos que se deben tomar en cuenta, sin embargo, la ausencia de un dimorfismo sexual en *G. cinereus* permitió llevar a cabo el análisis de los ejemplares sin consideración de su sexo. En este mismo sentido se ha demostrado que la morfología de los teleósteos puede estar influenciada por factores ambientales de una zona en particular, por lo cual en búsqueda de un mayor rigor taxonómico, los análisis se realizaron sin considerar aspectos latitudinales ni las localidades de procedencia de los organismos de cada vertiente, pero si considerando abarcar un área importante en la distribución conocida del grupo bajo estudio.

La altura del cuerpo en relación a la longitud patrón, es uno de los caracteres más utilizados para distinguir entre especies de teleósteos (Kullander, 1999) y ha sido utilizado de manera continua para discriminar entre especies de guerreidos emparentados filogenéticamente (e.g. De La Cruz-Agüero, 2001; González-Acosta,



2005); sin embargo, en los ejemplares analizados de *G. cinereus* no se observó una diferencia evidente que permitiera distinguir entre los ejemplares de cada cuenca. Algunas distancias biométricas observadas que si permitieron establecer diferencias entre los grupos de cada vertiente (Tabla IX) fueron: el diámetro ocular en relación a la longitud cefálica, un carácter mencionado por Regan (1906-1908) en la descripción original de *G. simillimus*, pero no considerado diagnóstico, lo cual contrastó con lo observado en este estudio; la longitud de la maxila en relación a la longitud cefálica, carácter que presentó una diferencia significativa entre los ejemplares de cada vertiente, lo cual concuerda con la diagnosis original de la forma del Pacífico (*G. simillimus*).

El resto de las distancias biométricas que permitieron diferenciar de manera significativa entre los ejemplares de ambas cuencas, se localizan en la región caudal del organismo: longitud del pedúnculo caudal y longitud de la segunda espina anal en relación a la altura del pedúnculo caudal y la longitud de la segunda espina anal en relación a la longitud cefálica. Estas diferencias concuerdan con lo señalado por Regan (1906-1908) en la publicación original de la forma del Pacífico, en la cual se determinó que la región caudal y de manera particular, la longitud de la segunda espina anal, son caracteres principales para diferenciar entre el representante del Pacífico con aquél del Atlántico (Tabla IX). En la diagnosis elaborada por Regan (1906-1908) para *G. simillimus*, se menciona una longitud cefálica mayor, que aquella de *G. cinereus*; dicha observación fue contraria a la distancia observada en el presente trabajo, ya que aunque los intervalos obtenidos presentan una notoria superposición, se evidenció que es la forma del Atlántico la que presenta mayor longitud cefálica, contrario a lo mencionado por Regan y que podría estar en función del número de ejemplares y tallas analizados.

Dentro del grupo de los peces se reconoce la existencia de diversas variaciones morfológicas a lo largo de su vida, por lo cual se evaluó la posible existencia de procesos de proporcionalidad (alométricos e isométricos), los cuales pueden ser el reflejo de los atributos genotípicos y la influencia del ambiente (Creech, 1992). La decisión del evaluar esta condición se justificó con el fin de determinar los



cambios en las dimensiones relativas de las estructuras corporales con respecto a determinadas proporciones de los individuos de cada una de las cuencas; si bien estas relaciones constituyen una condición propia de la ontogenia de un organismo o un patrón consecuencia de un mecanismo evolutivo (Parra *et al.*, 2007), en los ejemplares analizados no se observó diferenciación entre la comparación de las estructuras biométricas, lo que permite descartar algún proceso de isometría, excepto en la que corresponde a aquella del diámetro ocular con respecto a la longitud cefálica (Fig. 15), lo cual puede corresponder a la característica típica de varios teleósteos de presentar diámetros oculares mayores en ejemplares juveniles y reducir tal proporción conforme aumentan de talla (*e.g.*, Gregory, 1933; Gosline, 1971). Esto podría indicar que el crecimiento, de una manera comparativa, es diferente entre las estructuras; en el grupo de los peces esta condición es frecuente en una misma especie y se puede relacionar, entre otros factores, a la estructura de talla y procedencia geográfica de los organismos (Squire y Susuki *en* Straud, 1990).

Morfometría geométrica

El entendimiento acerca de los orígenes y la consecuencias de la variación es fundamental dentro de la biología, de manera particular la variación asociada con la forma del cuerpo es uno de los tipos más complicados de cuantificar, por lo cual los métodos para tratar de comparar entre las formas biológicas han pasado de las clásicas descripciones verbales y representaciones ilustradas (Thompson, 1980), hasta los métodos actuales que involucran aspectos matemáticos y geométricos (Zelditch *et al.*, 2004). Este último enfoque, denominado “Morfometría Geométrica” trata de cuantificar la forma general analizada a partir de algunas muestras y generar así modelos biométricos relativos a la forma (Rohlf y Marcus, 1993; Parsons *et al.*, 2003); asimismo, a través de la localización de coordenadas de referencia sobre el organismo, genera datos que se visualizan en dos o tres dimensiones, y puede mostrar de manera gráfica las gradillas de deformación de las coordenadas de referencia, las cuales simulan la forma original del organismo pero muestran la intensidad de la deformación y la dirección de ésta (Rodríguez-Alamilla, 2007)



La morfometría geométrica se ha convertido en una herramienta poderosa para los biólogos y, en la actualidad, es aplicada de manera rutinaria a una gran variedad de grupos zoológicos en estudios de taxonomía y sistemática (Rohlf y Marcus, 1993; Valentin *et al.*, 2008). Dentro de la morfometría geométrica aplicada a la forma de los peces, diversos autores (*e.g.* Valentin *et al.*, 2008) han recomendado realizar pruebas preliminares y análisis exploratorios previos a la elaboración del estudio propio, de manera que se puedan así brindar las pautas para estudios posteriores en taxones relacionados; debido a esto fue de utilidad la revisión de literatura que abordara aspectos morfométricos de tipo geométrico en Teleósteos (*e.g.* Aquino y Schaefer, 2002; Trapani, 2003b; Cabral *et al.*, 2003; Kassam *et al.*, 2004; Collyer *et al.*, 2005; Gago y Ricord, 2005; Salcedo, 2006; Zhang *et al.*, 2008; Postl *et al.*, 2008), así como la consulta para la delimitación de las cotas anatómicas de los trabajos de morfometría lineal aplicada a guerreidos (De La Cruz-Agüero, 2001; González-Acosta, 2005; Ramírez-Torres, 2007).

Para el desarrollo del análisis discriminante se decidió incluir a la especie *E. gula* (Quoy y Gaimard 1824), ya que durante su revisión con claves especializadas (*e.g.* Gilmore y Greenfield, 2003), se observó que un número importante de estos organismos procedentes de las colecciones científicas de referencia (determinados originalmente como *G. cinereus*), pertenecían a la especie *E. gula*. De igual manera, la decisión de considerar a esta especie, se debió tanto a la notable similitud morfológica que presenta con *G. cinereus* y que ha ocasionado problemas de identificación como el presente, así como a su cercana relación filogenética; tomando en cuenta el reconocimiento que se tiene de *G. cinereus* como la especie hermana del género *Eucinostomus* (De La Cruz-Agüero, 2001), fue de interés evidente la inclusión de los representantes de ambos géneros dentro del análisis para así observar, de manera gráfica su distribución dentro de los ejes y determinar la similitud o diferenciación morfológica entre ellos.

Los resultados permitieron identificar dos grupos morfológicamente distintos, el análisis por componentes principales que se observa en las figuras 7 y 8, mostró que en los tres primeros componentes se explica, alrededor del 50% de la variancia;



en estudios de este tipo que involucran a varias especies, el mayor porcentaje de la variabilidad total se explica en los primeros componentes (Pérez-Hernández y Zavala-Hurtado, 1993), sin embargo, en este caso la varianza se encuentra repartida en varios componentes principales, esto puede ser debido al hecho de que los especímenes analizados, aún a pesar de que se reconocen como especies distintas, presentan una variabilidad morfológica muy similar, de tal manera que la variación observada se dispersa al obtenerse las nuevas variables no correlacionadas u ortogonales (Pedraza y Campos, 2007)

La aplicación de herramientas multifactoriales discriminantes (variables canónicas), produjo dos ejes canónicos estadísticamente significativos que muestran la discriminación entre los individuos de *G. cinereus* de cada cuenca y aquellos de *E. gula*, lo cual resultó evidentemente en la matriz de clasificación (Tabla VII). Esta matriz de clasificación mostró la correspondencia de la mayoría de los ejemplares con su grupo asignado acorde al arreglo taxonómico preestablecido (92% de confiabilidad estadística).

Con el análisis de las distancias cuadráticas de Mahalanobis, se evidenció que los valores dentro de cada grupo analizado fueron distintos (Tabla VIII), de tal manera que se corrobora lo descrito por el análisis discriminante en los porcentajes de corrección y se aprecia la clasificación de tres grupos, uno conformado por los ejemplares de *G. cinereus*, otro por aquellos de *G. simillimus* y uno más por los ejemplares de *E. gula*. Esta clasificación se contrapone al postulado de Meek y Hildebrand (1925) acerca de considerar a los organismos del género *Gerres* de ambas vertientes como una misma entidad taxonómica.

Por otro lado, *E. gula* representa una especie que posee algunos caracteres con superposición y distancias biométricas muy similares de aquellas presentes en *G. cinereus* del Atlántico, la cual observó una alta correspondencia dentro de su grupo establecido *a priori*, a pesar de que pueden llegar a ser claramente diferenciadas si se sigue de manera adecuada la información contenida en las claves taxonómicas de identificación (e.g. Gilmore y Greenfield, 2003). Los datos sobre las distancias de Mahalanobis son de utilidad en estudios como el presente, así como en



aquellos que buscan discriminar la variabilidad morfológica intra y/o interespecífica en peces (Narváez *et al.*, 2005) debido a que permiten detectar patrones geométricos basados en los centroides y determinan la similitud entre variables aleatorias multidimensionales.

La gráfica de dispersión de la figura 9, mostró menor distancia entre los ejemplares de *E. gula*, con respecto a aquellos de *Gerres* del Atlántico y del Pacífico, lo cual puede considerarse como un reflejo de la similitud morfológica que comparten los organismos de ambas vertientes y que podría ser la causa de la consideración errónea de Meek y Hildebrand (1925), acerca de considerarlos una sola especie. Sin embargo, cuando se analizaron por separado los ejemplares de *Gerres* de cada cuenca, se pudo observar algunas diferencias estadísticamente significativas entre las formas, ya que dentro de la gráfica de dispersión, los organismos de cada vertiente se encontraron localizados en una posición tal que permitió su distinción entre sí; resultados similares con estas herramientas se han observado en otros estudios realizados dentro del grupo de los Perciformes (*e.g.* Cavalcanti *et al.*, 1999; Postl *et al.*, 2008; Vasconcellos, *et al.*, 2008).

Las gradillas de deformación de las variables resultantes del análisis canónico mostraron que la región caudal de los organismos (Fig. 12), es aquella donde se observó la mayor variación morfológica. Este resultado concuerda con lo observado en este trabajo (Capítulo de morfometría tradicional [7.2.]), en el cual la mayoría de las distancias biométricas que presentaron las diferencias más significativas se ubican en esta región, de manera particular en el pedúnculo caudal y en la aleta anal, lo cual concuerda con lo mencionado por Regan (1906-1908) acerca de considerar la distancia de la segunda espina anal con respecto a otras estructuras del cuerpo como un carácter para diferenciar entre vertientes.

Los resultados de la morfometría geométrica muestran lo que se pueden considerar dos formas distintivas dentro de esta especie: aquellos del Pacífico presentan pedúnculo caudal poco mayor y una espina anal ligeramente menor que aquellos del Atlántico, lo cual resulta contrastante con las claves de identificación en la actualidad utilizadas para identificar esta especie dentro de su ámbito de



distribución y que no toman en cuenta este carácter (e.g. Bussing, 1995; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Gilmore y Greenfield, 2003; Miller *et al.*, 2005). En los guerreidos la presencia de estos caracteres y la forma que presentan, pudieran estar en relación con sus hábitats de distribución (González-Acosta, 2005); sin embargo, para el caso de las especies de *Gerres* en América, cuyos ambientes en ambas cuencas son muy similares (Humann y Deloach, 2004; Miller *et al.*, 2005) no existe referencia que permita atribuirle esta forma a una condición ambiental específica.

La gran similitud morfológica que manifiestan algunas especies de guerreidos que habitan las costas de América, de manera particular las del género *Gerres*, ha sido observada desde los trabajos de Eigenmann (1891) y Jordan y Evermann (1898); sin embargo, es hasta la publicación de Regan (1906-1908) que se determinaron las diferencias merísticas y morfológicas de esta especie para cada una de las vertientes, algunas de las cuales son confirmadas en este trabajo.

Debido a esto, fue posible el reconocimiento de dos formas distintas para la especie en el continente Americano lo cual apoyaría la propuesta de Regan (1906-1908) y confirmaría la idea mencionada en estudios taxonómicos posteriores de la familia Gerreidae (e.g., Curran, 1942; Matheson, 1983) sobre la posible existencia de dos especies distintas en el complejo denominado como "*Gerres cinereus*". Por tanto, bajo los argumentos antes comentados se propone validar la existencia de dos formas del género *Gerres* en América, asignándole el nombre de *G. cinereus* para la forma del Atlántico occidental (dado que el nombre original corresponde a ejemplares de esta cuenca) y el nombre de *G. simillimus* para la forma con distribución en el Pacífico oriental.



9. CONCLUSIONES

1. La poca información y en su caso la ausencia de conocimiento sobre la taxonomía de algunas de las especies que componen a la familia Gerreidae y de manera particular al género *Gerres* ha repercutido en confusiones sobre su correcta identidad y por ende en la delimitación de sus áreas de distribución, situación que se puede atribuir, entre otros aspectos, a la sucintas descripciones originales de algunas de las especies de la familia, al traslape de los caracteres diagnósticos y al carácter inédito de las revisiones contemporáneas del género en América.
2. El empleo de la morfometría geométrica y sus herramientas asociadas, permitió comprobar de una manera evidente, la diferencia morfológica entre los ejemplares del género *Gerres* en América y la correcta designación de los individuos a su grupo natural; de modo que puede considerarse como una metodología muy útil para la distinción de individuos, formas y/o especies con caracteres morfológicos similares, o consideradas como difíciles de identificar, como en el caso de algunos miembros de la familia Gerreidae.
3. De acuerdo a las diferencias observadas mediante los análisis merísticos y morfológicos (apoyados en la herramientas de análisis morfométrico), es posible establecer una clara diferenciación, entre los grupos que componen al género *Gerres* en América. Hecho que permite validar la hipótesis sobre la identidad a nivel específico de los ejemplares de cada cuenca, por tanto se propone reconocer a la forma del Pacífico oriental como *G. simillimus* Regan, 1907 y *G. cinereus* (Walbaum, 1792) para los ejemplares del Atlántico occidental.
4. Los datos generados en este análisis constituyen el primer estudio formal sobre la identidad taxonómica de las especies de *Gerres* en América posterior al trabajo publicado por Regan (1906-1908) y aclaran la confusa situación nomenclatural que ha prevalecido en la literatura ictiológica respecto a este género.



10. RECOMENDACIONES

1. A pesar de que las herramientas utilizadas en el presente estudio permitieron cumplir con los objetivos planteados, es recomendable para futuros trabajos taxonómicos el análisis de las estructuras óseas y el uso de herramientas moleculares y que permitan reforzar las hipótesis planteadas en este estudio, así como proponer arreglos nomenclaturales que clarifiquen el estatus taxonómico de algunos miembros de la familia Gerreidae.

2. El presente estudio trató de aclarar la confusión que existe desde la publicación de la obra de Charles T. Regan en 1906-1908, sobre la presencia o no de dos formas específicas del género *Gerres* en aguas americanas, concluyendo por medio de esta obra que debe ser considerado válido el nombre propuesto de *G. simillimus* Regan, 1907 para los organismos de la vertiente Pacífico y *G. cinereus* (Walbaum, 1792) para la cuenca del Atlántico. Sin embargo, es necesario llevar a cabo la formalización de las conclusiones vertidas en el presente trabajo apoyadas en análisis osteológicos y genéticos, por medio de una publicación formal para que esta aseveración sea considerada por la comunidad científica y reconocida en la literatura ictiológica.

3. Debido al aparente extravío de los ejemplares de la serie tipo, utilizados por Walbaum para la descripción de *G. cinereus*, es de suma importancia llevar a cabo la designación de neotipos, o en su defecto un topotipo, los cuales deberán contener una ampliación de las diagnósis y la redesccripción de las formas.



1 1. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Adams, D. C., F.J. Rohlf y D. Slice.** 2004. Geometric morphometrics: ten years of progress following the revolution. *Italian Journal of Zoology*, 71: 5-16
- Aguirre-León, A. y A. Yáñez-Arancibia.** 1986. Las mojarras de la Laguna de Términos: taxonomía, biología, ecología y dinámica trófica (Pisces: Gerreidae). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, UNAM, (1): 369-444
- Aguirre-León, A., A. Yáñez-Arancibia y F. Amézcu-Linares.** 1982. Taxonomía, diversidad, distribución y abundancia de las mojarras de la Laguna de Términos, Campeche (Pisces: Gerridae). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, UNAM, 9 (1): 213-250
- Aguirre-León, A. y S. Díaz-Ruiz.** 2000. Estructura poblacional, madurez gonádica y alimentación de *Eugerres plumieri* (Gerreidae) en el sistema fluvio-deltáico Pom-Atasta, México. *Ciencias Marinas*, 26 (2): 253-273
- Albertson, C.R.** 2008. Morphological Divergence Predicts Habitat Partitioning in a Lake Malawi Cichlid Species Complex. *Copeia*, 2008 (3): 689-698
- Albrecht, G. H.** 1980. Multivariate analysis and the study of form with special reference to canonical variate analysis. *American Zoologist*, 20: 679-693
- Allen, G. R. y D. R. Robertson.** 1994. *Fishes of the tropical eastern Pacific*. University of Hawaii Press. E.U.A. 332 p.
- Alvarez-Hernández, J. H.** 1999. Edad y crecimiento de la mojarra *Gerres cinereus* en la costa sur del estado Quintana Roo, México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 45: 514-523
- Álvarez-Pliego, N.** 2004. Desarrollo Osteológico de *Diapterus peruvianus* (Cuvier, 1830) (Percoidei: Gerreidae). *Tesis de Maestría en Ciencias con Especialidad en Manejo de Recursos Marinos*. CICIMAR-IPN. México. 80 p.
- Álvarez-Rubio, M., F. Amézcu-Linares y A. Yáñez-Arancibia.** 1986. Ecología y estructura de las comunidades de peces en el sistema lagunar Teacapán-Agua Brava, Nayarit, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, UNAM, 13 (1): 185-242
- Ambrosio, P. P., C. Costa, P. Sánchez, y R. Flos.** 2008. Stocking density and its influence on shape of Senegalese sole adults. *Aquaculture International*, 16: 333-343
- Andreatta, J. V.** 1979. Osteologia da nadadeira caudal de *Diapterus Ranzani* e *Eucinostomus* Baird y Girard (Perciformes, Gerridae). *Revista Brasileira de Biologia*, 39 (1): 237-258



- Andreata, J. V. y L. R. Barbieri.** 1981. Osteologia do cranio de *Diapterus brasiliensis* (Cuvier, 1830) (Perciformes, Percoidae, Gerreidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 41 (3): 565-574
- Andreata, J. V.** 1988. Considerações sobre a osteologia cefálica do Género *Diapterus* Ranzani, 1840 (Pisces, Perciformes, Gerreidae). *Acta Biológica Leopoldensia*, 10 (2): 183-222
- Andreata, J. V.** 1989. Sobre a osteologia cefálica das espécies de *Gerres* Quoy y Gaimard, 1824 (Pisces, Perciformes, Gerreidae) que ocorrem em águas Brasileiras. *Acta Biologica Leopoldensia*, 11 (2): 165-202
- Antuna-Mendiola, A., J. L. Castro-Aguirre, J. De La Cruz-Agüero y J. L. Ortiz-Galindo.** 2003. Taxonomic revision of the genus *Gerres* in America. Abstracts of the 83th ASIH Annual Meeting at Manaus, Brazil. 26 de Junio-1 de Julio de 2003.
- Aquino, A. E. y S. A. Chaefer.** 2002. Revision of *Oxyropsis* Eigenmann and Eigenmann, 1889 (Siluriformes, Loricariidae). *Copeia*, 2002 (2): 374-390
- Araujo, F. G. y A. C. De Alcántara-Santos.** 1999. Distribution and recruitment of mojarras (Perciformes, Gerreidae) in the continental margin of Sepetiba Bay, Brazil. *Bulletin of Marine Science*, 65 (2): 431-440
- Arenas-Granados, A. y A. Acero.** 1992. Organización trófica de las mojarras (Pisces: Gerreidae) de la Ciénaga Grande de Santa Marta (Caribe colombiano). *Revista de Biología Tropical*, 40 (2): 287-302
- Austin, H. B.** 1971. Some aspects of the biology of the rhomboid mojarra *Diapterus rhombeus* in Puerto Rico. *Bulletin of Marine Science*, 21 (4): 886-903
- Báez-Hidalgo, M. y L. Álvarez-Lajonchere.** 1980. La pesquería de gerridos (Pisces: Gerreidae) en Tunas de Zaza, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*, 1 (2-3): 89-134
- Báez-Hidalgo, M. y L. Álvarez-Lajonchere.** 1983. Edad, crecimiento y reproducción de la mojarra *Gerres cinereus* (Walbaum, 1972) en Tunas de Zaza, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*, 4 (3): 41-76
- Bailey, R. M. y T. E. Moore.** 1963. Request that the International Commission rule to the correct homonymy in names of the family-group based on *Gerris* and *Gerres*. *Bulletin of Zoological Nomenclature*, Vol. 20(4): 307-308 (opinión No. 962, caso 1556).
- Barceló-Márquez, M. C.** 1998. Osteología de *Diapterus rhombeus* (Valenciennes, 1830) (Pisces: Gerreidae). *Tesis de grado en Biología Marina*, Universidad de Oriente, Nueva Esparta, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Venezuela. 99 p.
- Becerra, M. y A. Valdecasas.** 2003. Landmark superimposition for taxonomic identification. *Biological Journal of the Linnean Society*, 81: 267-274



- Bone, Q., N. B. Marshall y J. H. S. Blaxter.** 1995. *Biology of Fishes*. Blackie Academic & Professional. Londres, Reino Unido. 332 p.
- Bookstein, F. L.** 1991. *Morphometric tools for landmark data. Geometry and biology*. Cambridge University Press, Cambridge, Inglaterra. 455 p.
- Bookstein, F. L.** 1989. Principal warps: thin plate splines and the decomposition of deformations. *Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 11 (6): 567-585
- Brown, J. H. y M. K. Lomolino.** 1998. *Biogeography*. Sinauer associates inc. Publishers, Massachussets, E.U.A. 691 p.
- Burne R. H. y J. R. Norman.** 1943. Charles Tate Regan, 1878-1943. *Obituary Notices of Fellows of the Royal Society*, vol. 4, no.12: 411-426
- Bussing, W. A.** 1995. Gerreidae: Mojarras, pp 1114 – 1128. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para fines de pesca. Pacífico-Oriental*. Roma, FAO II. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, Roma, Italia.
- Cabral, H. N., J. F. Marques, A.L. Rego, A.I. Catarino, J. Figueiredo y J. García.** 2003. Genetic and morphological variation of *Synaptura lusitanica*. Capello, 1868, along the Portuguese coast. *Journal of Sea Research*, 50: 167– 175
- Cadrin, S. X.** 2000. Advances in morphometric identification of fishery stocks. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10: 91–112
- Cailliet, G. M., M. S. Love y A. W. Ebeling.** 1986. *Fishes. A field and laboratory manual on their structure, identification and natural history*. Wadsworth Publ. Company. California, E.U.A. 194 p.
- Castro-Aguirre, J. L., H. S. Espinosa-Pérez y J. J. Schmitter-Soto.** 1999. *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México*. Ed. Limusa-Noriega, México. 711 p.
- Catesby, M.** 1754. *The Natural history of Carolina, Florida and the Bahamas Islands: containing the figures of birds, beasts, fishes, serpents, insects and plants*. Royal College of Physicians, London. 2 vols. C. Marsh, London.
- Cavalcanti, M. J. y P. R. Duarte-Lopes.** 1993. Análise morfométrica multivariada de cinco espécies de Serranidae (Teleostei, Perciformes). *Acta Biologica Leopoldensia*, 15(1): 53-64
- Cavalcanti, M. J., M. L. Rabello y L. P. Duarte-Lopez.** 1999. Landmark-based Morphometric Analysis in Selected Species of Serranid Fishes (Perciformes: Teleostei). *Zoological Studies*, 38 (3): 287-294
- Chakraborty, P.** 2005. Testing conjectures about morphological diversity in cichlids of Lakes Malawi and Tanganyika. *Copeia*, 2005 (2): 359-373



- Chakraborty, A., M. N. Venugopal, H. Koichi y Y. Iwatsuki.** 2006. Genetic differentiation between two color morphs of *Gerres erythrouros* (Perciformes: Gerreidae) from the Indo-Pacific region. *Ichthyological Research*, 53: 185-188
- Chávez-Comparán, J. C. y M. G. Hammann.** 1989. Dieta de las mojaras, *Gerres cinereus* y *Diapterus peruvianus* (Pisces: Gerreidae) en la laguna de Cuyutlán, Colima, México, durante verano. *Ciencias Marinas*, 15 (3): 71-80
- Collyer, M., J. M. Novak y C. A. Stockwell.** 2005. Morphological Divergence of Native and Recently Established Populations of White Sands Pupfish (*Cyprinodon tularosa*). *Copeia*, 2005 (1): 1-11
- Creech, S.** 1992. A multivariate morphometric investigation of *Atherina boyeri* Risso, 1810 and *A. presbyter* Cuvier, 1829 (Teleostei: Atherinidae): Morphometric evidence in support of the two species. *Journal of Fish Biology*, 41: 341-353
- Cunningham, P. T. M. y N. A. L. Maciel.** 1995. Dieta de *Eucinostomus melanopterus* (Perciformes-Gerreidae) na Lagoa da Conceição-Ilha de Santa Catarina- Florianópolis-SC. *Publicação especial Instituto oceanografia de Sao Paulo*, (11): 171-178
- Curran, H. W.** 1942. A systematic revision of the gerreid fishes referred to the genus *Eucinostomus*, with a discussion of their distribution and speciation. *Tesis de Doctorado*. University of Michigan. E.U.A. 183 p.
- Cuvier, G.** 1829. Le Règne Animal, distribué d'après son organisation, pour servir de base à l'histoire naturelle des animaux et d'introduction à l'anatomie comparée. Edition 2. *Règne Animal* (ed. 2) i-xv + 1-406.
- Cyrus, D. P. y S. J. M. Blaber.** 1983. The food and feeding ecology of Gerreidae, Bleeker, 1859, in estuaries of Natal. *Journal of Fish Biology*, 22: 373-394
- De La Cruz-Agüero J., M. Arellano-Martínez, G. De La Cruz-Agüero y V. Cota-Gómez.** 1997. *Catalogo de peces marinos de Baja California Sur*. IPN-CICIMAR. México. 341 p.
- De La Cruz-Agüero, J.** 2001. Sistemática y Biogeografía de las especies del género *Eucinostomus* (Teleostei: Gerreidae). *Tesis de Doctorado en Ciencias Marinas*. CICIMAR-IPN. México. 181 p.
- De La Cruz-Agüero, J. y F. M. Galván-Magaña.** 1993. Morphological discrimination of *Eucinostomus* spp. from the Pacific coast of Mexico. *Bulletin of Marine Science*, 52 (2): 819-824
- Deckert, G. D.** 1973. A systematic revision of the genera *Diapterus* and *Eugerres* (Pisces: Gerreidae): with the description of a new genus *Schizopterus* (Pisces: Gerreidae). *Msc. Thesis*. Northern Illinois University. E.U.A. 74 p.
- Deckert, G. D. y D. W. Greenfield.** 1987. A review of the western Atlantic species of the genera *Diapterus* and *Eugerres* (Pisces: Gerreidae). *Copeia*, 1987 (1): 182-187



- Eigenmann, R. S.** 1891. New California fishes. *American Naturalist*, vol. 25 (No.290): 153-156p.
- Elewa, A. M. T.** 2004. Application of geometric morphometrics to the study of shape polymorphism in Eocene ostracodes from Egypt and Spain. In: Elewa A. M. T. (ed.): *Morphometrics-Applications in Biology and Paleontology*. Springer-Verlag, 7-28, May 2004.
- Eschmeyer, W. N.** 1990. *Catalog of the Genera of recent fishes*. California Academy Of Sciences. San Francisco, E.U.A. 697 p.
- Eschmeyer, W. N.** 1998. *Catalog of Fishes*. California Academy Of Sciences. San Francisco, E.U.A. Vol I-III: 1-2905.
- Eschmeyer, W. N. y J. D. Fong.** 2009. Species of Fishes by family/subfamily. *On-line version*. 02-02-2009.
- Eschmeyer, W.N. y R. Fricke.** (Editores). 2009. *Catalog of Fishes electronic version* (updated 01 Mar. 2009).
<http://research.calacademy.org/ichthyology/catalog/fishcatsearch.html>
- Escobar-Fernández, R. y M. Siri.** 1997. *Nombres vernáculos y científicos de los peces del Pacífico mexicano*. Universidad Autónoma de Baja California. Sociedad Ictiológica Mexicana, A.C. UABC-SIMAC. México. 102 p.
- Evermann, B. W. y S. E. Meek.** 1883. A review of the species of *Gerres* found in American waters. *Proceedings of Academy Natural Sciences of Philadelphia*, 116-124
- Evermann, B. W. y S. E. Meek.** 1886. A revision of the American species of the Genus *Gerres*. *Proceedings of Academy Natural Sciences of Philadelphia*, 256-272
- Froese, R. y D. Pauly.** (Editores). 2009. *FishBase. World Wide Web electronic publication*. www.fishbase.org, version (02/2009).
- Fulford, R. y A. Rutherford.** 2000. Discrimination of Larval Morone Geometric Shape Differences with Landmark-Based Morphometrics. *Copeia*, 2000 (4): 965-972
- Gago, F. J. y R. C. Ricord.** 2005. *Symbolophorus reversus*: A New Species of Lanternfish from the Eastern Pacific (Myctophiformes: Myctophidae). *Copeia*, 2005 (1): 138–145
- Gilmore, R. G., Jr. y D. W. Greenfield.** 2003. Gerreidae. *The living marine resources of the Western Central Atlantic*. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes And American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication, No. 5, vol 3, pt.2:1506-1516.
- González S., G. y L. Rodríguez V.** 1983. Alimentación natural de *Eugerres brasiliensis* (Cuvier) y *Gerres cinereus* (Walbaum) (Pisces: Gerreidae) en las



- lagunas costeras de Tunas de Zaza, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*, 17 (1): 91-134
- González-Acosta, A. F.** 1999. Ecología de la comunidad de peces asociada al manglar del estero El Conchalito, Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. *Tesis de Maestría en Ciencias con Especialidad en Manejo de Recursos Marinos*. CICIMAR-IPN. México. 126 p.
- González-Acosta, A. F.** 2005. Estudio sistemático y biogeográfico del género *Eugerres* (Perciformes: Gerreidae). *Tesis de Doctorado en Ciencias Marinas*. CICIMAR-IPN. México. 206 p.
- González-Acosta, A. F., J. De La Cruz-Agüero y J. L. Castro-Aguirre.** 2005. A Review of Eastern Pacific Species of the Genus *Eugerres* (Perciformes: Gerreidae). *Bulletin of Marine Science*, 76 (3): 661-673
- González-Acosta, A. F., J. De La Cruz-Agüero y J. L. Castro-Aguirre.** 2007a. A Review of the Marine Western Atlantic Species of the Genus *Eugerres* (Perciformes: Gerreidae). *Bulletin of Marine Science*, 80 (1): 109-124
- González-Acosta, A. F., P. Béarez, N. Álvarez-Pliego, J. De La Cruz-Agüero y J. L. Castro-Aguirre.** 2007b. On the taxonomic status of *Diapterus peruvianus* (Cuvier, 1830) and reinstatement of *Diapterus brevirostris* (Sauvage, 1879) (Teleostei: Gerreidae). *Cybio*, 31 (3): 369-377
- Gosline, W. A.** 1971. *Functional morphology and classification of teleostean fishes*. University of Hawaii Press. Honolulu, E.U.A. 208 p.
- Gregory, W. K.** 1933. *Fish Skulls: A study of the evolution of natural mechanisms*. Transactions of the american philosophical society. E.U.A. 481 p.
- Günther, A.** 1859. *Catalogue of fishes of the British Museum*, Vol. 1, 1-524. Londres: Taylor and Francis.
- Hammer, O.** 2002. *Morphometrics-brief notes*. Paläontologisches Institut und Museum, Zürich. [www.http://folk.uio.no/ohammer](http://folk.uio.no/ohammer)
- Hays, A. N.** 1952. *David Starr Jordan: A Bibliography of His Writings, 1871-1931*. Stanford University Press.
- Helfman, G. S., B. B. Collette y D. E. Facey.** 1997. *The diversity of fishes*. Blackwell Science. E.U.A. 528 p.
- Higgins, E.** 1950. Samuel Frederick Hildebrand as a Government Scientist. *Copeia*, 1950 (1): 8-11
- Hildebrand, S. F.** 1938. Fresh-water fishes of Panama. Field museum of natural history. *Zoology*, 22 (4), Publication 425: 217-359.
- Hubbs, C. L.** 1943. Criteria for subspecies, species and genera as determined by researchers on fishes. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 44 (2) 109-121



- Hubbs, C. L. y K. F. Lagler.** 1947. *Fishes of the Great Lakes Region*. Cranbrook Institute of Science, Bulletin No. 26, 186p.
- Humann, P. y N. Deloach.** 2004. *Marine Fish Identification: Baja to Panama*. New World Publications. E.U.A. 364 p.
- IUCN, 2006.** 2006 IUCN red list of threatened species.
- Iwatsuki, Y. y P. C. Heemstra.** 2001. *Gerres Phaiya*: A new Species of Gerreid Fish (Teleostei: Perciformes: Gerreidae) from India, With Comments on *Gerres poieti* and the *Gerres erythrourus* Complex. *Copeia*, 2001 (4): 1043-1049
- Iwatsuki, Y. y P. C. Heemstra.** 2007. A New Gerreid Fish Species and Redescription of *Gerres maldivensis* Regan, 1902 from the Indian Ocean (Perciformes: Gerreidae). *Copeia*, 2007 (1): 85-92
- Iwatsuki, Y. y S. Kimura.** 1997. *Gerres methueni* Regan, 1920, a senior synonym of *G. rappa* (Barnard, 1927) (Perciformes: Gerreidae). *Ichthyological Research*, 44 (1): 1-7
- Iwatsuki, Y. y S. Kimura.** 1998. A new species, *Gerres infasciatus*, from the Gulf of Thailand (Perciformes: Gerreidae). *Ichthyological Research*, 45 (1): 79-84
- Iwatsuki, Y., S. Kimura y T. Yoshino.** 1999a. Description of *Gerres chysops* sp. Nov. from Thailand and redescription of *Gerres setifer* (Hamilton, 1822) and *G. decacanthus* (Bleeker, 1865) (Perciformes: Gerreidae). *Ichthyological Research*, 46 (1): 27-41
- Iwatsuki, Y., S. Kimura y T. Yoshino.** 1999b. Redescriptions of *Gerres baconensis* (Evermann & Seale, 1907), *G. equulus* Temminck & Schlegel, 1844 and *G. oyena* (Forsskil, 1775), included in the "*G. oyena* complex", with notes on other related species (Perciformes: Gerreidae). *Ichthyological Research*, 46 (4): 377-395
- Iwatsuki, Y., S. Kimura y T. Yoshino.** 2001a. *Gerres limbatus* Cuvier and *G. lucidus* Cuvier from the Indo-Malay Archipelagos, the latter corresponding to young of the former (Perciformes: Gerreidae). *Ichthyological Research*, 48: 307-314
- Iwatsuki, Y., S. Kimura y T. Yoshino.** 2001b. New Species of *Gerres* from the Southern Malay Peninsula, Belonging to the *Gerres setifer* Complex (Perciformes: Gerreidae). *Copeia*, 2001 (1): 164-168
- Iwatsuki, Y., S. Kimura y T. Yoshino.** 2001c. Redescription of *Gerres longirostris* (Lacepède, 1801) and *Gerres oblongus* Cuvier in Cuvier and Valenciennes, 1830, included in the *Gerres longirostris* Complex (Perciformes: Gerreidae). *Copeia*, 2001(4): 954-965
- Iwatsuki, Y., S. Kimura y T. Yoshino.** 2002. A new species: *Gerres microphthalmus* (Perciformes: Gerreidae) from Japan with notes on limited distribution, included in the "*G. filamentosus* complex". *Ichthyological Research*, 49: 133-139



- Iwatsuki, Y., S. Kimura y T. Yoshino. 2007. A review of the *Gerres subfasciatus* complex from the Indo-West Pacific, with three new species (Perciformes: Gerreidae). *Ichthyological Research*, 54: 168-185
- James, P. S. B. R. 1985. Comparative osteology of the fishes of the family Leiognathidae. *Indian Journal of Fisheries*, 32(3): 309-357
- Jiménez-Rosenberg, S. P. A., E. González-Navarro y R. J. Saldierna-Martínez. 2006. Larval, prejuvenil and juvenil development of *Eucinostomus currani*. *Journal of Fish Biology*, (1): 28-37
- Johansson, F., P. Rådman y J. Andersson. 2006. The relationship between ontogeny, morphology and diet in the Chinese hook snout carp (*Opsariichthys bidens*). *Ichthyological Research*, 53: 63-69
- Jordan, D. S. y B. W. Evermann. 1896. *The fishes of North and Middle America: a descriptive catalogue of the species of fish-like vertebrates found in the waters of North America, north of the Isthmus of Panama*. Bulletin of the United States Natural Museum, 47 (14):1-3313 + 392 láms.
- Jordan, D. S. 1923. *A Classification of Fishes, including families and genera as far as known*. Stanford University Press. University Series. E.U.A. 243 p.
- Kassam, D., Mizoiri, S. y Yamaoka, K. 2004. Interspecific variation of body shape and sexual dimorphism in three coexisting species of the genus *Petrotilapia* (Teleostei: Cichlidae) from Lake Malawi. *Ichthyological Research*, 51: 195-201
- Kerschner, B. A., M. S. Peterson y R. G. Gilmore Jr. 1985. Ecotopic and ontogenetic variation in mojarras (Pisces: Gerreidae). *Estuaries*, 8(3): 311-322
- Kobelkowsky, A. 2003. Comparative osteology of the mojarras (Pisces: Gerreidae). *Presencia de la Arqueoictiología en México*. Libro de memorias de la 12° reunión del Grupo de Trabajo en Restos de Peces del Consejo Internacional para la Arqueozoología. CONACULTA – INAH. 77– 80
- Kobelkowsky, A. 2004. Osteología de la mojarra del mar, *Diapterus auratus* Ranzani (Teleostei: Gerreidae). *Hydrobiologia*, 14 (1): 1-10
- Koehl, M. A. R. 1996. When does morphology matter?. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27: 501-542
- Kristjánsson, Bjarni K. 2005. Rapid morphological changes in threespine stickleback, *Gasterosteus aculeatus*, in freshwater. *Environmental Biology of Fishes* 74: 357-363
- Kullander, S. O. 1999. Fish species – how and why. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 9: 325-352
- Kusaka, T. 1974. *The Urohyal of Fishes*. University of Tokyo Press. Japón, 320 p.



- Lemos, P. E. B., M. F. M. Corrêa y V. Abilhóa.** 1992. Catálogo de otolitos de Gerreidae (Osteichthyes-Perciformes) do litoral do Estado do Paraná, Brasil. *Nerítica*, 7 (1-2): 109-117
- Letcher, B. H.** 2003. Life history dependent morphometric variation in stream-dwelling Atlantic salmon. *Oecologia* 137: 533–540
- Lincoln, R. J., G. A. Boxshall y P. F. Clark.** 2001. *A Dictionary of Ecology, Evolution and Systematics*. Cambridge University Press. Cambridge, Inglaterra. 371 p.
- Linneo C.** 1758. *Systema naturae per regna tria naturae: secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Holmiae: Impensis Direct. Laurentii Salvii, 1758-1759. Leiden, Países Bajos.*
- Mansueti, R. J.** 1958. Eggs, larvae, and young of striped bass, *Roccus saxatilis*. Chesapeake Biological Laboratory Contribution No. 112: 1-35
- Matheson, R. E.** 1983. Taxonomic studies of the *Eucinostomus argenteus* complex (Pisces: Gerreidae). *Tesis de Doctorado*. Texas A & M University. 196 p.
- Matheson, R. E. y J. D. McEachran.** 1984. Taxonomic studies of the *Eucinostomus argenteus* complex (Pisces: Gerreidae): Preliminary studies of the external morphology. *Copeia*, 1984 (3): 893-902
- Mayr, E., E. G. Linsley y R. L. Usinger.** 1953. *Methods and principles of Systematic zoology*. Mc. Graw-Hill. E.U.A. 335 p.
- McEachran, J. D. y J. D. Fechhelm.** 2005. *Fishes of the Gulf of Mexico. Vol. 2: Scorpaeniformes to Tetraodontiformes*. University of Texas Press. Texas, E.U.A. 1004 p.
- Meek, S. E. y S. F. Hildebrand.** 1925. *The Marine fishes of Panama*. Part II. Field Museum of Natural History. Publication No. 226. Zool. Ser. Vol.XV. Michigan Museum of Zoology. Special Publication No.2.
- Merigot, B., Y. Letourneur y R. Lecomte-finiger.** 2007. Distinction of local populations of the common sole *Solea solea* (Pisces, Soleidae) in the NW Mediterranean through otolith morphometrics and shape analysis. *Marine Biology*, 151 (3): 997-1008
- Miller, R. R.** 2005. *Freshwater fishes of Mexico*. The University of Chicago Press. E.U.A. 490 p.
- Monteiro, L., A. Beneditto, L. Guillermo y L. Rivera.** 2005. Allometric changes and shape differentiation of sagitta otoliths in sciaenid fishes. *Fisheries Research*, 74, (1-3): 288-299
- Moyle, P. B. y J. J. Cech.** 2000. *Fishes: An Introduction to Ichthyology 4a. Edición*. Prentice Hall. E.U.A. 612 pp.



- Narváez B., J.C., A. Acero y J. Blanco.** 2005. Variación morfométrica en poblaciones naturalizadas y domesticadas de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* (Teleostei: Cichlidae) en el norte de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Ciencias Naturales*, 29 (112): 383-394
- Nelson, J. S.** 1994. *Fishes of the World*. 3a. Edición. John Wiley & Sons, Inc. Nueva York, E.U.A. 600 p.
- Nelson, J. S.** 2006. *Fishes of the World*. 4a Edición. John Wiley & Sons, Inc. Nueva York, E.U.A. 624 p.
- Nelson, J. S., E. J. Crossman., H. Espinosa-Pérez., L. T. Findley y C. R. Gilbert.** 2004. *Common and scientific names of fishes from the United States, Canada, and Mexico*. 6a Edición. American Fisheries Society, Special Publication 29. Maryland. E.U.A. 386 p.
- Ortiz-Galindo, J. L.** 1991. Ontogenia inicial de la mojarra rayada *Eugerres axillaris* (Günther, 1864). *Tesis de Maestría en Ciencias con Especialidad en Manejo de Recursos Marinos*. CICIMAR-IPN. México. 36 p.
- Ortiz-Galindo, J. L., J. L. Castro-Aguirre., E. F. Balart y N. Álvarez-Pliego.** 2008. Description of early ontogeny and osteological development of streaked mojarra *Eugerres lineatus* (Teleostei: Percoidae: Gerreidae). *Zootaxa* 1911:1-30
- Parra, B., L. J. Ruiz y A. Prieto.** 2007. Índices ecológicos y parámetros biométricos de Haemulidae (Pisces: Perciformes) en la Zona costera de la Isla de Cubagua, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 25 (1): 51-61
- Parsons, K. J., B. W. Robinson y T. Hrbek.** 2003. Getting into shape: An empirical comparison of traditional truss-based morphometric methods with a newer geometric method applied to New world Cichlids. *Environmental Biology of Fishes*, 67: 417-431
- Paxton, J. R. y W. N. Eschmeyer.** 1995. *Encyclopedia of Fishes*. Academic Press. E.U.A. 240 p.
- Pedraza, M. y M. Campos.** 2007. Estudio de la variación morfológica del gonopodo de *Strengeriana maniformis* (Brachyura: Pseudothelphusidae) mediante aplicación de morfometría geométrica. *Caldasia*, 29 (1): 143-152
- Peres-Neto, P. R.** 2004. Patterns in the co-occurrence of fish species in streams: the role of site suitability, morphology and phylogeny versus species interactions. *Oecologia*, 140: 352–360
- Pérez-Hernández, M. A. y J. A. Zavala-Hurtado.** 1993. Biometry of the *Eugerres plumieri* - *Eugerres brasiliensis* (Pisces: Gerreidae) complex from the Gulf of Mexico. A multivariate approach. *Revista de Biología Tropical*. 41 (1): 121-130
- Picciolo, A.** 1960. The development of the anterior interhemal cone of *Eucinostomus argenteus* Baird and Girard. *Copeia*, 1960 (1): 70-71



- Postl, L., J. Herler., C. Bauer, M. Maderbacher., L. Makasa y C. Sturmbauer.** 2008. Geometric morphometrics applied to viscerocranial bones in three populations of the Lake Tanganyika cichlid fish *Tropheus moorii*. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 46: 240-248
- Prabhakara-Rao, A. V.** 1968. Observations on the food and feeding habits of *Gerres oyena* (Forskål) and *Gerres filamentosus* Cuvier from the Pulicat Lake with notes on the food of allied species. *Journal of the Marine Biological Association of India*, 10 (2): 332-346
- Ramires, M. y W. Barrella.** 2003. Ecología da pesca artesanal em populações caiçaras da Estação Ecológica De Juréia-Itatins, São Paulo, Brasil. *Interciencia*, 28 (4): 208-213
- Ramírez-Torres, A.** 2007. Comparación de técnicas morfométricas aplicadas a la taxonomía de especies del género *Diapterus* Ranzani, 1842. *Tesis de Licenciatura en Biología Marina*. U.A.B.C.S. México. 52 p.
- Randall, J. E. y R. Vergara.** 1978. Gerreidae. En W. Fischer (editores) *FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic (Fishing Area 31)*. Vol. 2. Roma, FAO II. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, Roma, Italia.
- Regan, C. T.** 1906-1908. *Biologia Centrali-Americana. Pisces*. - pp. i-xxxii [= 1-32], [1], 1-203 p. Londres.
- Robertson, D. R. y G. R. Allen.** 2006. *Shorefishes of the Tropical Eastern Pacific: an information system*. Versión 2.0. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panamá.
- Robertson, D. R. y G. R. Allen.** 2008. *Shorefishes of the Tropical Eastern Pacific online information system*. Versión 1.0 (2008). Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panamá. www.neotropicalfishes.org/sftep, www.stri.org/sftep
- Robins, C. R., R. M. Bailey, C. E. Bond, J. R. Brooker, E. A. Lachner, R. N. Lea y W. B. Scott.** 1991. *Common and scientific names of fishes from the United States and Canada*. American Fisheries Society Special Publication 20. 183 p.
- Rodríguez Alamilla, A.** 2007. Descripción morfométrica del aparato bucal de cinco especies de roedores múridos del municipio de Santiago Comaltepec, Oaxaca. *Tesis de Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales*. CIIDIR-Oaxaca, IPN. México. 61 p.
- Rodríguez-Romero, J., D. S. Palacios-Salgado, y E. E. de la Vega-Meza.** 2008. Record size of yellowfin mojarra *Gerres cinereus* (Percoidei: Gerreidae) off the west coast of the Baja California Peninsula. *JMBA2-Biodiversity Records*. publicado en línea.
- Rohlf, F. J.** 1990. Rotational fit (Procrustes) methods. *Proceedings of the Michigan Museum of Zoology*. Special Publication. No. 2: 227-236



- Rohlf, F. J.** 2004. tpsUtil, file utility program. versión 1.26. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook.
- Rohlf, F. J. y L. F. Marcus.** 1993. A revolution in morphometrics. *Trends in Ecology and Evolution*, 8: 129-132
- Salcedo, N.** 2006. New Species of *Chaetostoma* (Siluriformes: Loricariidae) from Central Peru. *Copeia*, 2006 (1): 60–67
- Saldierna-Martínez, R.** 2003. Larval, pre-juvenile and juvenile development of *Diapterus peruvianus* (Perciformes: Gerreidae). *Revista de Biología Tropical*, 51 (2): 479-488
- Schmitter-Soto, J. J.** 1998. *Catálogo de los peces continentales de Quintana Roo*. Guías Científicas ECOSUR. El Colegio de La Frontera Sur. Chiapas, México. 239 p.
- Schultz, L. P.** 1950. "Samuel Frederick Hildebrand". *Copeia*, 1950 (1): 2-7, p. 4.
- Seshagiri Rao, B. V.** 1997. A neotype is described for *Platygaster macrophthalma* Swainson, 1838 (Pisces: Clupeidae) from the type locality, Visakhapatnam, India. *Hydrobiologia*, 53 (1): 73-74
- Sheets, H. D.** 2003. IMP: CVA Geen, Dept. of Physics, Canisius College, Main St. Buffalo, New York.
- Sheets, H. D.** 2001. Coordinate Generator, Dept. of Physics, Canisius College, Main St. Buffalo, New York.
- Sidlauskas, B., B. Chernoff y A. A. Machado.** 2006. Geographic and environmental variation in *Bryconops sp.C.f. Melanorus* (Ostariophysi: Characidae) from the Brazilian pantanal. *Ichthyological Research*. 53: 24-33
- Smith, C. L.** 1997. *National Audubon Society field guide to tropical marine fishes of the Caribbean, the Gulf of Mexico, Florida, the Bahamas, and Bermuda*. Alfred A. Knopf, Inc. Nueva York, E.U.A. 720 p.
- Squire J. L. y Z. Susuki.** 1990. Migration trends of striped marlin (*Tetrapturus audax*) in the Pacific Ocean. En R. H. Straud (Editor) Planning the Future of Billfishes. *Proceedings of International Billfish Symposium II*, Kailua-Kona, Hawaii, E.U.A. (2): 67-80
- Strauss, R. E. y F. L. Bookstein.** 1982. The Truss: body form reconstruction in morphometrics. *Systematic Zoology*, 31: 113-135
- Strauss, R. E. y C. E. Bond.** 1990. Taxonomic Methods: Morphology. p: 109-140. En C. B. Schreck y P. B. Moyle (editores). *Methods for fish biology*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, E.U.A. 684 p.
- Talwar, P. K. y A. K. Datta.** 1971. A neotype And 2 topotypes for *Bola chaptis* Hamilton, 1822 (Pisces, Sciaenidae). *Journal of Fish Biology*, 4 (1): 171-172



- Tapia-García, M. y G. Ayala-Pérez.** 1997. Clave para la determinación de las especies de mojarra de México (Pisces: Gerreidae). *Revista de Biología Tropical*, 44 (3) / 45 (1): 519-526
- Teixeira, R L. y J. L. Helmer.** 1997. Ecology of young mojarra (Pisces: Gerreidae) occupying the shallow waters of a tropical estuary. *Revista Brasileira de Zoologia*, 57 (4): 637-646
- Thompson D.** 1980. *Sobre el Crecimiento y la Forma*. Editorial Herman Blume, Madrid, España. 1116 p.
- Tobler, M., R. Riesch., F.J. García-De León, I. Schulupp y M. A. Plath.** 2008. A new and morphologically distinct population of cavernicolous *Poecilia Mexicana* (Poeciliidae: Teleostei). *Environmental Biology of Fishes*, 82: 101-108
- Trapani, J.** 2003a. Morphological variability in the Cuatro Ciénegas cichlid, *Cichlasoma minckleyi*. *Journal of Fish Biology*, 62: 276-298
- Trapani, J.** 2003b. Geometric morphometric analysis of body-form variability in *Cichlasoma minckleyi*, the Cuatro Ciénegas cichlid. *Environmental Biology of Fishes*, 68: 357-369
- Turan, C. A., B. M. Oral., B. Ozturk, y E. Duzgunes.** 2006. Morphometric and meristic variation between stocks of Bluefish (*Pomatomus saltatrix*) in the Black, Marmara, Aegean and northeastern Mediterranean Seas. *Fisheries Research*, 79: 139-147
- Valentin, A. E., X. Penin, J., P. Chanut, J.M. Sévign y F. J. Rohlf.** 2008. Arching effect on fish body shape in geometric morphometric studies. *Journal of Fish Biology*, 73 (3): 623-638
- Varela, R. A.** 1990. Aspectos tróficos de las mojarra (Pisces: Gerreidae) en tres sistemas costeros de Sonora. *Tesis profesional de Biólogo Marino*. UABCS. La Paz, B.C.S., México. 66 p.
- Vargas-Maldonado, I., A. Yáñez-Arancibia y F. Amézcu-Linares.** 1981. Ecología y estructura de las comunidades de peces en áreas de *Rizophora mangle* y *Thalassia testudinum* de la Isla del Carmen, Laguna de Términos, sur del Golfo de México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. UNAM, 8 (1): 241-266
- Vasconcellos, A. V., P. Vianna, P. C. Paiva., R. Schamal y A. Solé-Caval.** 2008. Genetic and morphometric differences between yellowtail snapper (*Ocyurus chrysurus*: Lutjanidae) populations of the tropical West Atlantic. *Genetics and Molecular Biology*, 31 (1): 308-316
- Walbaum, J. J.** 1792. *Genera Piscium*. Ichthyologiae Pars III. Tomus LIII. Grypeswaldie. Impensis Ant. Ferdin. Rose. 224-229 p.
- Wheeler, Q. D. y R. Meier.** 2000. *Species Concepts and Phylogenetic Theory: A Debate*. Columbia University Press. Nueva York, E.U.A. 256 p.



- Wilson, E. O. y W. L. Brown.** 1953. The subspecies concept and its taxonomic application. *Systematic Zoology*, 2: 97-111
- Winston, J. E.** 1999. *Describing Species: Practical Taxonomic Procedure for Biologists*. Columbia University Press. Nueva York, E.U.A. 518 p.
- Yáñez-Arancibia, A.** 1978. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México. *Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Publicación Especial*, vol. 2: 1-306p.
- Zahuranec, B. V.** 1967. The gerreid fishes of the genus *Eucinostomus* in Eastern Pacific. *Tesis de Maestría en Ciencias*. University of California. E.U.A. 164 p.
- Zelditch, L. M., D. Swiderski, D. Sheets y W. Fink.** 2004. *Geometric Morphometrics for Biologists: a primer*. Elsevier Academic Press. Nueva York, E.U.A. 443 p.
- Zhang, X.G., Hui. Zhang y B.X. Xiong.** 2008. Subspecies validity for genus *Culter* (Teleostei: Cyprinidae) based on morphometrics analysis. *Environmental Biology of Fishes*. DOI 10.1007/s10641-008-9388-9. Publicado en línea.



ANEXO 1. Distancias morfométricas consideradas para el análisis morfométrico de tipo tradicional.

ATLÁNTICO	LPC-APC	L2EA-LPC	L2EA-APC	L2EA-LP	L2EA-LC	L2ED-APC	L2ED-LP	L2ED-LC	LBAA-LBAD	LPD-LP	LM-LC	DO-LC	AC-LP	LC-LP
LPC-LC														
Promedio	3.831	1.295	0.635	0.810	6.823	2.387	0.646	5.433	1.913	3.085	3.172	3.025	2.293	2.853
Máximo	5.461	1.661	1.034	1.120	9.862	3.250	0.864	6.944	2.590	5.752	3.745	3.626	2.485	3.243
Mínimo	2.597	0.996	0.446	0.628	5.414	1.955	0.531	4.568	1.519	2.494	1.893	2.536	2.055	2.516
n	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46

PACÍFICO	LPC-LC	LPC-APC	L2EA-LPC	L2EA-APC	L2EA-LP	L2EA-LC	L2ED-APC	L2ED-LP	L2ED-LC	LBAA-LBAD	LPD-LP	LM-LC	DO-LC	AC-LP	LC-LP
Promedio	3.531	1.208	0.626	0.750	6.414	2.187	0.664	5.672	1.940	2.975	2.141	3.338	3.403	2.363	2.937
Máximo	4.898	1.617	0.894	1.069	8.944	2.836	0.910	7.831	2.707	3.316	2.392	4.676	5.048	2.650	3.716
Mínimo	2.586	0.986	0.434	0.590	4.906	1.705	0.506	4.812	1.364	2.427	1.986	2.698	2.651	2.164	2.545
n	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109

