



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

## FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

Variación morfométrica entre dos poblaciones del robalo gordo  
*Centropomus parallelus* Poey 1860 (PERCIFORMES: CENTROPOMIDAE)  
de las costas de Veracruz, México.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G A

P R E S E N T A

SERRANO CASTRO CAROLINA



Director de Tesis:  
M. en C. Ernesto Mendoza Vallejo

MÉXICO, D. F., Diciembre 2012



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA

*A mis padres María Elena y Miguel Ignacio por su apoyo y el gran amor que siempre me han  
brindado y a quienes respeto y amo*

*Para mis hermanas Elizabeth y Victoria que están en todo momento conmigo*

*Con mucho cariño, para ustedes*

*Gracias por todo!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!*

*Gracias por tanto!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!*

## ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES	3
MARCO TEÓRICO	6
Familia Centropomidae	7
Género <i>Centropomus</i>	8
<i>Centropomus parallelus</i> Poey, 1860	8
JUSTIFICACIÓN	11
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	12
Laguna Tampamachoco	12
Laguna Grande	13
OBJETIVOS	14
METODOLOGÍA	15
Análisis de Componentes Principales	16
Análisis de Covarianza	17
Prueba <i>t</i> -Student	18
Diagrama de Caja	19
MATERIAL Y MÉTODO	21
Fase de Campo	21
Fase de Laboratorio	21
Fase de Gabinete	28

RESULTADOS	30
Descripción taxonómica de <i>Centropomus parallelus</i> Poey, 1860	30
Análisis Univariado de la variabilidad morfológica	34
Análisis Multivariado de la variabilidad morfológica	37
ANÁLISIS DE RESULTADOS	44
DISCUSIÓN	45
CONCLUSIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	51
APÉNDICE	57
Norma de Reacción	57

## RESUMEN

Las poblaciones específicas de la familia Centropomidae mantienen una relación estrecha con los ambientes estuarinos, por lo que se manifiesta una plasticidad fenotípica notable a lo largo de su gradiente de distribución latitudinal. La mayoría de las poblaciones de las especies centropómidas se encuentran de manera recurrente en los sistemas estuarinos de las lagunas costeras del Golfo de México. Por lo que ha sido tomado como caso de estudio individuos de dos poblaciones de *Centropomus parallelus* Poey, 1860. Los especímenes utilizados en el análisis morfométrico forman parte de las colecciones de peces de la Fes Zaragoza, UNAM. Dos son las poblaciones a comparar, la primera población, con un total de 34 individuos analizados, pertenece a la laguna estuarina de Tampamachoco. Mientras que la segunda con 44 especímenes estudiados, pertenece a la laguna estuarina Grande, ambas lagunas ubicadas en la parte central de las costas del estado de Veracruz. Solamente especímenes de 150 a 210 mm de longitud patrón fueron analizados comparativamente, siendo 32 las variables morfométricas consideradas y pertenecientes a la región cefálica. Las mediciones fueron tomadas del lado izquierdo del cuerpo. Los caracteres fueron transformados utilizando el ajuste alométrico para corregir la variación por la talla de los especímenes, además de someterse a un proceso de estandarización. La estadística descriptiva fue obtenida para cada uno de los caracteres morfométricos. Por medio de una prueba de medianas, se indicó caracteres diferenciales significativos ( $p < 0.05$ ). Dichos caracteres se sometieron al análisis de componentes principales para determinar aquellos caracteres que diferencien de mejor manera a las dos poblaciones. Los primeros dos componentes conjuntan la mayoría de la variabilidad y arrojan variables morfométricas discriminatorias tales como el ancho del preopérculo, ancho del suborbital, la longitud mandibular, entre otras. A partir de estas variables morfométricas obtenidas por análisis estadísticos se considera que las variables de interacción interespecífica e intraespecífica influyen más en los caracteres morfométricos que las variables ambientales.

## INTRODUCCIÓN

Los centropómidos (Centropomidae) representan a una familia de peces percoidéos de origen marino, monogénica (*Centropomus*) y endémica de las costas intertropicales del continente americano (Nelson, 2006). Actualmente doce son las especies que la constituyen, seis de las cuales se encuentran en el Pacífico oriental tropical y el resto en las costas occidentales del Atlántico, desde el sur de Florida, USA y costas del Golfo de México hasta Santa Catarina en el sur de Brasil (Tringali *et al.*, 1999). La mayoría de las especies de *Centropomus* mantienen una relación estrecha con los ambientes estuarinos y, consecuencia de ello es su manifiesta plasticidad fenotípica a lo largo de su gradiente latitudinal o bien de un área geográfica específica (paisaje o región particular). Dicha plasticidad se reconoce como la capacidad de los individuos de la misma especie de una localidad particular, para que el genotipo de los individuos produzca diferentes fenotipos, consecuencia de la influencia de los factores bióticos y abióticos particulares, en este caso a cada sistema lagunar-estuarino (Pigliucci, 2001). Una de las formas de expresión fenotípica es por medio de los rasgos morfológicos que perduran y cambian a través de la ontogenia, los que implícitamente describe la interrelación funcional entre un conjunto de entornos y los diversos fenotipos particulares a cada población (Nussey *et al.*, 2007). Considerando que la plasticidad fenotípica generalmente permite a los organismos “adecuar” su fenotipo a la variabilidad biótica y abiótica particular a cada sistema estuarino, en este caso de estudio se consideró la comparación morfológica de dos poblaciones centropómidas pertenecientes a la especie *Centropomus parallelus* Poey, 1860. Las poblaciones de robalo gordo son de gran importancia en la subsistencia de las pesquerías, además de ser consideradas de gran potencial para la acuicultura (Alves *et al.*, 2006; Lemos *et al.*, 2006). Por lo que es necesario investigar acerca de su variabilidad genética a través de su intervalo de distribución geográfica, con lo que se asegura su sustentabilidad pesquera y conservación (Laikre *et al.*, 2005). Por lo tanto, las variaciones intra e interpoblacionales en *C. parallelus* encontradas en este estudio será de gran ayuda para una mejor discriminación de los diferentes stocks de chucumite (Ihssen *et al.*, 1981; Melvin *et al.*, 1992) que se encuentran distribuidos en las lagunas costeras del estado de Veracruz.

## ANTECEDENTES

Los estudios de morfometría proporcionan un esquema general sobre la descripción de la forma del individuo a través de su ontogenia. Por lo que el objetivo central del análisis morfométrico y merístico es llegar a la discriminación entre organismos, especies, poblaciones o comunidades (Schaefer, 1991). Una herramienta para llevar a cabo dicho análisis son los caracteres morfométricos, que ayudan a la separación de especies, poblaciones y razas (Ibáñez-Aguirre *et al.*, 2006), así como en la determinación de procesos microevolutivos en especies de importancia comercial (George-Nascimento y Arancibia, 1992; Cortés *et al.*, 1996; Oyarzún, 1997; Hernández *et al.*, 1998). Los primeros investigadores dedicados al análisis morfométrico aplicaron la estadística descriptiva y el análisis univariado a cada carácter morfométrico. Sin embargo, este procedimiento no siempre produjo buenos resultados (Surre *et al.*, 1986). En consecuencia, las técnicas de análisis multivariado, tales como el análisis de componentes principales, han sido adoptadas dentro del estudio de la composición poblacional de peces (Ihssen *et al.*, 1981; Surre *et al.*, 1986; Hedgecock *et al.*, 1989; Melvin *et al.*, 1992; Mamuris *et al.*, 1998; Trapani, 2003). A continuación se hace una breve recopilación bibliográfica sobre el análisis morfométrico enfocado a poblaciones de una misma especie.

Mamuris *et al.*, (1998) encontró una alta tasa de variabilidad morfológica a partir de siete poblaciones de *Mullus barbatus* L 1758, de las costas griegas, sugiriendo que cuando se combinan los análisis de multivariado con otros parámetros biológicos pueden obtenerse consideraciones importantes enfocadas a la gestión de los recursos pesqueros demersales.

Pineda-Santis *et al.*, (2002) realizó una comparación morfométrica entre machos y hembras de la especie *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, para encontrar características de dimorfismo sexual. Aplicando el método de Mann-Whitney se confirmó la ausencia de dichas características. Sin embargo, al aplicar el análisis de componentes principales, los resultados indicaron diferencias entre machos y hembras con variables informativas correspondientes a la región cefálica para los machos, y en la región basal de las aletas para las hembras, haciendo posible un seguimiento de algunas características que podrían ser evaluadas en la ontogenia y, por lo tanto, consideradas como marcadores de selección.



Ibáñez-Aguirre *et al.*, (2006) comparó la forma de *Mugil curema* Valenciennes, 1836, en dos poblaciones de las costas del Pacífico Mexicano y del Golfo de México, empleando el análisis multivariado de correspondencias y el análisis de discriminantes, encontrando que el diámetro del ojo es la variable que diferencia a las dos poblaciones, siendo las poblaciones de la costa atlántica las que mostraron los mayores valores de esta variable, atribuible probablemente a que las poblaciones están compuestas por un mayor número de individuos.

Quilang *et al.*, (2007) examinó la variación morfométrica en *Leiopotherapon plumbeus* Kner, 1864, en tres lagunas costeras de Filipinas. Entre los análisis efectuados para el estudio se encuentra el análisis de factor, concluyendo que las medidas morfométricas de las aletas, caracteres morfométricos corporales y de la región cefálica son variables notablemente. Mientras que otro de los análisis, el de conglomerados, mostró que especímenes de dos de las tres lagunas forman un solo grupo, lo que atribuyen a la similitud y diferencias entre los ambientes que reside cada una de las poblaciones.

Gacitúa *et al.*, (2008) realizó un análisis morfométrico de dos poblaciones de *Eleginops maclovinus* Cuvier, 1830 de las costas chilenas. Los resultados revelaron diferencias en la morfometría entre los individuos de ambas localidades. Lo notable de este resultado es que el autor ubica la variabilidad más por el tamaño de los peces, que por causas atribuibles a variables ambientales y de interacción biótica.

Análisis enfocados a poblaciones de *C. parallelus* pueden encontrarse en Prodocimo *et al.*, (2008), quien analizó seis poblaciones de esta especie distribuidas en las costas del Brasil, los patrones de variación genética de un fragmento del gen del citocromo *b* del ADNm, no encontrando diferencia significativa alguna al aplicar métodos como la prueba estadística F y el análisis jerárquico de varianza molecular AMOVA, concluyendo la existencia de un alto flujo genético entre estas poblaciones. Además, se realizaron estudios sobre la demografía evolutiva de la especie usando un análisis de distribución geográfica y las pruebas estadísticas D de Tajima y la prueba F de Fu indicando que *C. parallelus* experimentó un patrón expansivo poblacional durante su historia evolutiva. De igual manera, en un estudio de secuenciación genética realizado en poblaciones de *Centropomus undecimalis* en las costas del Golfo de México y del Mar Caribe por Tringali y Bert (1996), indicaron la formación de al menos dos subpoblaciones de la misma especie por lo que dichas diferencias están dadas

por una evidente base genética y no por variación fenotípica, dando lugar a lo que se conoce como ecotipos.

La literatura en México que documenta a las poblaciones del robalo gordo es escasa, solamente puede encontrarse algunos estudios aislados acerca del desarrollo embrionario y los primeros estadios larvales (Álvarez-Lajonchère *et al.*, 2002, 2004), así como del análisis de la tasa de crecimiento corporal y de la relación peso longitud (Zarza-Meza *et al.*, 2006).

## MARCO TEÓRICO

La familia Centropomidae es una familia de peces tropicales y subtropicales del Nuevo Mundo y está representada por un solo género, *Centropomus*, Lacépède, 1802. Los centropómidos, generalmente conocidos con el nombre de robalos, son carnívoros de primer orden asociados endémicamente a ríos y ambientes estuarinos a lo largo de las costas del océano Pacífico oriental tropical y Atlántico occidental. Se identifican doce especies para el género, encontrándose distribuidas a lo largo de las costas de América (Nelson, 2006). Seis especies se distribuyen a lo largo del Atlántico occidental: *Centropomus ensiferus*, *Centropomus pectinatus*, *Centropomus mexicanus*, *Centropomus parallelus*, *Centropomus poeyi* y *Centropomus undecimalis*; con una distribución que va desde la península de Florida hasta Brasil, pasando por las Antillas Mayores y Menores. Sin embargo, la mayoría de los centropómidos están ampliamente distribuidos latitudinalmente dentro del rango general de género (Rivas, 1986). La única especie de todos los centropómidos del Atlántico que presenta una distribución restringida es *C. poeyi*, ya que sus registros aparecen únicamente a lo largo de las costas mexicanas de la Bahía de Campeche en la región del Golfo de México (Chávez, 1961).

*Centropomus parallelus* Poey, 1860, se distribuye extensamente desde las costas de Florida, pasando por la costa suroriental del Golfo de México y costas del Caribe, las Antillas Mayores y Menores, hasta Santa Catarina al sur de Brasil (Castro-Aguirre, 1999; Tringali *et al.*, 1999). En México se conoce su existencia en los estados costeros de Tamaulipas, Veracruz y Tabasco. Aparentemente también se le encuentra en ambientes dulceacuícolas (Chávez, 1963). A continuación se presenta la clasificación filogenética (Nelson, 2006) acompañada de la descripción taxonómica de la familia, género y especie (Greenwood, 1976; Rivas, 1986).

<b>Phylum</b>	Chordata
<b>Subphylum</b>	Craniata
<b>Superclase</b>	Gnathostomata
<b>Clase</b>	Actinopterygii
<b>Subclase</b>	Neopterygii
<b>División</b>	Teleostei
<b>Subdivisión</b>	Euteleostei
<b>Superorden</b>	Acanthopterygii
<b>Serie</b>	Percomorpha
<b>Orden</b>	Perciformes
<b>Suborden</b>	Percoidei
<b>Familia</b>	Centropomidae Poey, 1868
<b>Género</b>	<i>Centropomus</i> Lacépède, 1802
<b>Especie</b>	<i>Centropomus parallelus</i> Poey, 1860

## FAMILIA CENTROPOMIDAE

Cuerpo alargado u oblongo, comprimido, comúnmente con un perfil dorsal convexo, a menudo cóncavo en los ojos o por encima del hocico. Boca alargada, las mandíbulas no son iguales, mandíbula superior sobresale más allá de la parte inferior; dientes pequeños, en bandas viliformes sobre la mandíbula y el paladar (vómer, palatinos, y algunas veces ectopterigoides); preopérculo con borde dentado en la parte ventral y posterior; opérculo sin espinas; placa suborbital dentada en el borde ventral. Dos aletas dorsales separadas, la primera con 8 espinas firmes, la segunda con 1 espina y de 8 a 11 (generalmente 9 a 10) radios blandos; aleta anal corta, con 3 espinas firmes (la segunda más fuerte) y de 5 a 8 (generalmente de 6 a 7) radios blandos; aleta pélvica por debajo de las aletas pectorales, con 1 espina firme y 5 radios blandos; con una escama axilar presente. Escamas medianas y grandes, ctenoideas (ásperas al tacto); línea lateral que se prolonga hasta el margen posterior de la aleta caudal. *Centropomus* es el único género.

**Color:** las especies de *Centropomus* en la parte dorsal poseen un color que va de amarillo-marrón a verde-marrón, a los costados y en la parte ventral presentan una coloración plateada y con la línea lateral oscura, las aletas son oscuras, en algunas especies esta coloración varía siendo por lo regular de color amarillo sobre el contorno.

**Hábitat, biología y pesca:** los robalos habitan en aguas costeras poco profundas, como estuarios y lagunas costeras. A menudo penetran aguas dulceacuícolas. Algunas especies

alcanzan tallas grandes (*Centropomus undecimalis*) que alcanzan hasta los 130 a 150 centímetros.

### Género *Centropomus* Lacépède 1802

En base a la descripción realizada por Greenwood (1976), este género es único dentro de la familia, y se encuentra distribuido sobre las aguas tropicales del norte, centro y sur de ambas costas de América. Los centropómidos están constituidos por un total de 24 vértebras; siete u ocho pares de costillas pleurales; presenta pterigióforos dorsales que van de 16 o 17, el primer pterigióforo de la aleta anal hipertrofiado e inclinado hacia atrás en ángulo oblicuo; tres placas epurales en la caudal; la línea lateral cefálica se encuentra dentro de canales óseos cubiertos por piel: el paraesfenoides es recto o ligeramente angulado; la parte anterior del vómer ensanchada notablemente; en su parte dorsocraneal y preopercular los canales de la línea lateral no se encuentran encerrados en hueso, sino que el techo del canal es tan sólo una membrana; el ángulo del opérculo no presenta espina; el ángulo posterior del preopérculo con tres o cuatro espinas alargadas; el supraoccipital escasamente separa a los frontales; proceso premaxilar ascendente, iguala en altura al proceso maxilar; vejiga gaseosa sin ligamento posttemporal desarrollado.

### *Centropomus parallelus* Poey, 1860

Robalo gordo de escama chica; Chucumite.

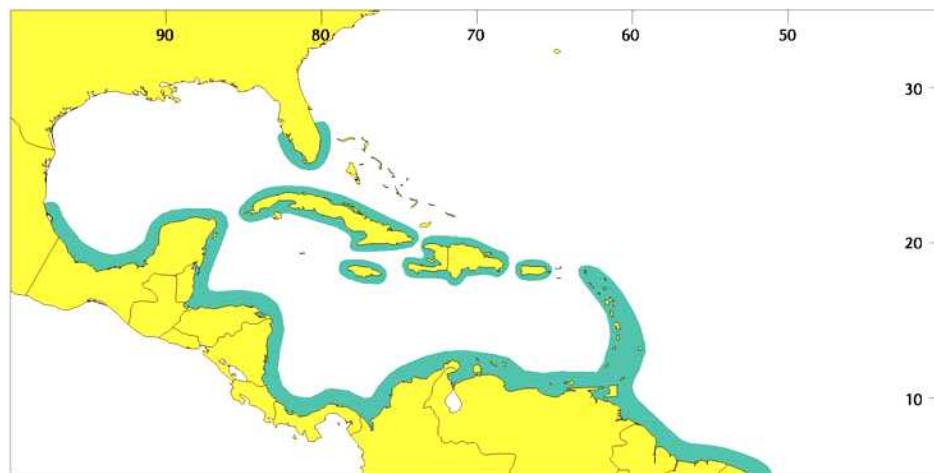
**Diagnosis:** pez de tamaño mediano; cuerpo relativamente profundo (67 a 81% en comparación con la longitud cefálica). El perfil de la boca es recto a ligeramente cóncavo; boca grande con mandíbula inferior que sobresale mas allá de la superior. Branquiespinas en el primer arco branquial con un total de 14 a 17 (generalmente de 15 a 17, sin rudimentos); de 21 a 25 branquiespinas (por lo general, de 22 a 24, con rudimentos); branquiespinas en la extremidad superior del primer arco branquial de 4 a 5, sin incluir rudimentos. La tercer espina de la aleta dorsal es más alta que la cuarta cuando está erecta; se presenta una sola espina en la segunda aleta dorsal y de 9 a 11, normalmente 10 radios blandos. Aleta anal con 3 espinas; y con 3 raramente 7 radios blandos. Aleta pectoral con 14 a 16 radios blandos, por lo regular, hasta 15. Las puntas de las aletas pélvicas sobrepasa el poro anal en todos los

especímenes adultos; la segunda espina anal llega a la base de la aleta caudal cuando esta flexionada, en vertical esta espina no llega. Presenta escama pequeña; escamas de la línea lateral de 79 a 92.

**Color:** en la parte dorsal presenta una coloración que va de amarillo-marrón a marrón-verde; coloración plateada en los costados y en la parte ventral; línea lateral oscura; aletas oscuras. El tamaño máximo que puede alcanzar esta especie es de 63 centímetros con un peso de 3 kilogramos; pero es común que se pueda encontrar con una talla de 25 centímetros con un peso de 0.5 kilogramos.

**Hábitat, biología y pesca:** se encuentra en aguas costeras, como estuarios y lagunas, en ocasiones penetra ambientes dulceacuícolas; por lo general prefiere ambientes acuíferos donde los niveles de salinidad son bajos. Puede desovar cerca de las desembocaduras de los ríos. Su migración, aparentemente extensa, no es conocida. Se alimenta de peces pequeños y crustáceos.

**Distribución:** Abarca desde la región sur de la Florida, hasta las Antillas Menores y Mayores, la costa sureste del Golfo de México y las costas continentales del Caribe; se extiende hacia Suramérica hasta Santa Catarina, Brasil (Fig.1).



**Figura1.** Mapa que muestra la distribución geográfica de la especie centropómida *C. parallelus* Poey, 1860, sobre las costas del Atlántico occidental tropical.

A continuación se presenta la clave para las especies de *Centropomus* distribuidas en el Atlántico occidental tropical (modificada de Rivas, 1986):

- 1a.** Radios de la aleta anal 7, raramente 8, radios de la aleta pectoral de 13 a 15, normalmente 14; aleta pectoral mucho más corta que la aleta pélvica; segunda espina de la aleta anal recta o ligeramente sigmoidal y distal ligeramente curvada hacia afuera; parte anterior de la cabeza notablemente inclinada hacia arriba; escamas laterales de 61 a 72, generalmente de 64 a 67.....*Centropomus pectinatus*
- 1b.** Radios de la aleta anal 6, raramente 5 o 7, radios de la aleta pectoral de 14 a 17, modalmente 15 o 16; aleta pectoral casi tan larga o más larga que la aleta pélvica; segunda espina de la aleta anal ligeramente curvada hacia dentro; parte anterior de la cabeza no inclinada.....2
- 2a.** Escamas laterales de 49 a 59 (escamas con poros sobre la línea lateral a la base de la aleta caudal de 48 a 49).....*Centropomus ensiferus*
- 2b.** Escamas laterales de 67 a 92.....3
- 3a.** Escamas laterales de 79 a 92, extendida la primera aleta dorsal, la tercera espina dorsal es más alta que la cuarta cuando está erecta.....*Centropomus parallelus*
- 3b.** Escamas laterales de 67 a 78.....4
- 4a.** Radios de la aleta dorsal de 9 a 10, modalmente 8; branquiespinas de 8 a 10, generalmente 8 o 9, sobre la rama inferior del primer arco branquial, no incluyendo rudimentos; escamas alrededor del pedúnculo caudal de 22 a 28, generalmente de 24 a 27; extendida la primera aleta dorsal, la tercera espina es mucho más larga que la cuarta cuando está erecta.....*Centropomus undecimalis*
- 4b.** Radios de la aleta dorsal 9, raramente 8 o 10; branquiespinas 9 a 12, generalmente 10 u 11, de la parte inferior del primer arco branquial no incluyendo rudimentos.....5
- 5a.** Escamas del origen de la segunda aleta dorsal a la línea lateral de 10 a 13, generalmente 11 o 12; radios de la segunda dorsal 9; radios de la aleta pectoral de 15 a 17, modalmente 16; escamas laterales de 73 a 80, generalmente de 75 a 78.....*Centropomus poeyi*
- 5b.** Escamas del origen de la segunda aleta dorsal a la línea lateral de 10 a 15, generalmente de 11 a 14; escamas laterales de 68 a 79, generalmente de 70 a 77; escamas del origen de la aleta anal a la línea lateral de 12 a 16, generalmente de 13 a 15.....*Centropomus mexicanus*

## JUSTIFICACIÓN

Dentro de la ciencia ecológica se conoce que las variaciones ambientales y las interacciones interespecíficas e intraespecíficas influyen en la distribución, abundancia y función de los organismos, gracias a las relaciones que mantienen con el ambiente. El énfasis recae sobre la diversidad de adaptaciones que muestran los peces, lo cual se refleja en la variabilidad fenotípica como una respuesta del genotipo de los individuos a dichas interacciones. Las adaptaciones morfológicas son características de un individuo en respuesta a las presiones de selección derivada de los ambientes bióticos y abióticos. Es importante enfatizar a los individuos como la unidad básica de adaptación desde la cual la selección natural opera primariamente en el nivel de lo individual, favoreciendo individuos de un genotipo mientras que selecciona en contra de individuos con genotipos menos favorables. El desafío para los biólogos es identificar las tendencias en las características de las adaptaciones ecológicas e identificar las probables presiones de selección que causan la variación, e interpretar la adaptabilidad de las variaciones (Potts y Wootton, 1984; Stearns, 1992; Winemiller y Rose, 1992; Matthews 1998).

*Centropomus parallelus* (Poey) está considerada como una especie que habita estuarios y lagunas costeras, e incluso realiza incursiones en ambientes dulceacuícolas y en ocasiones se puede encontrar en medios hipersalinos (Rivas, 1986). La existencia de los cambios morfológicos presentes entre las poblaciones de esta misma especie es el resultado de la adaptabilidad ambiental en los que lleva a cabo su ciclo de vida. Por lo que es concluyente que dicha variación morfológica está sujeta a los factores ambientales y bióticos que imperan particularmente en los diversos hábitats a lo largo de su gradiente de distribución latitudinal.



## DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



**Figura 2.** Ubicación geográfica de la zona de estudio en el estado de Veracruz. El sitio A comprende a la región de laguna Tampamachoco. El mapa marcado con la letra B corresponde a la zona de laguna Grande (fotografías satelitales: NASA, Google Earth, 2012).

El presente estudio abarcó tres períodos de muestreo, los cuales fueron efectuados entre los años de 1979 al 2010, en dos sistemas lagunares del Golfo de México, cuya descripción se cita a continuación:

- **Laguna Tampamachoco (Período 1979-1981)**

Laguna ubicada al norte de Veracruz a 9 kilómetros de la ciudad de Tuxpan, entre las coordenadas 20°57' N y 97°24' O. Se sitúa en la cuenca sedimentaria de Tampico-Misantla en la llanura costera del Golfo de México. Forma un complejo lagunar con el río Tuxpan y con la laguna de Tamiahua, donde se comunica por medio de un canal navegable. Además esta laguna se encuentra conectada con otros cuerpos de agua más pequeños que son: La Ensenada Taseracho, la Laguna En Medio, Chapopotillo, Infiernillo, El Tochón y la Laguna de Martínez, cubriendo un área aproximada de 1500 Ha (González, 1983). Tampamachoco es un cuerpo de agua somero, sin rasgos batimétricos notables, excepto un canal artificial de navegación que atraviesa en dirección norte-sur, prolongándose hasta el estuario con una profundidad promedio de 4 metros. La porción norte de la laguna presenta condiciones

eurihalinas la mayor parte del año, con salinidades mayores a 35 ppm, mientras que la porción sur por su comunicación con el río, comparte algunas características estuarinas. Emplazados en las márgenes de este ecosistema se encuentran diversos asentamientos agrícolas, pecuarios, urbanos e industriales, por lo que el sistema funciona como receptor de desechos. El clima de la región es Aw2'' (e), que corresponde a una región cálida húmeda con una época seca marcada en invierno y otra en verano y una oscilación térmica anual entre 7° y 14° C (Castro-Aguirre *et al.*, 1982).

- **Laguna Grande (Período 2008-2010)**

Se encuentra en la porción central del estado de Veracruz, en el municipio de Vega de Alatorre y sus coordenadas geográficas son 20°02'20.6''N y 96°38'96.41''O. La laguna se encuentra conformada por dos cuerpos: Laguna Chica y Laguna Grande, comunicados por medio de un canal de aproximadamente 500 metros de longitud. Laguna Grande se comunica con el Golfo de México por medio de otro canal cuya extensión es de alrededor de 5 kilómetros, y que en otro tiempo se unía en su desembocadura con el río Colipa. La laguna cubre una extensión alrededor de 2 250 Ha. Su origen geológico es del tipo III de Plataforma de Barrera Interna. Con depresiones inundadas en los márgenes internos del borde continental, al que rodean superficies terrígenas en sus márgenes internos y al que protegen del mar barreras arenosas producidas por corrientes y olas. La antigüedad de la formación de la barrera data del establecimiento del nivel del agua actual (dentro de los últimos 5 mil años) y con ejes de orientación paralelos a la costa. En cuanto a su batimetría, son típicamente muy someros, excepto en los canales erosionados, modificados principalmente por procesos litorales como actividad de huracanes o vientos; se localiza sedimentación terrígena. Laguna costera típica para muchos autores, aparece a lo largo de planicies costeras de bajo relieve con energía de intermedia a alta. Con múltiples barreras arenosas separadas linealmente; escurrimiento ausente o estacional o local; forma y batimetría suavemente modificadas por acción mareal y procesos no marinos; salinidad altamente variable, desde levemente salobre hasta hipersalino; llega a secarse estacionalmente. El clima es Ax' (w1) (i) w'' (Lankford, 1977). Según García (1973), su clima es Am (f) (i); pertenece a la región hidrológica 27. Lankford (1977) la clasifica en el tipo III-A; Carranza-Edwards *et al.* (1975), en unidad morfotectónica I.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

- Examinar la variabilidad morfológica de *Centropomus parallelus* en dos lagunas costeras de Veracruz.

### Objetivos Particulares

- Seleccionar los caracteres morfométricos de la región cefálica de dos poblaciones de *C. parallelus*.
- Analizar las variables que señalan diferenciación entre ambas poblaciones.
- Verificar los caracteres diferenciales en la descripción taxonómica de *C. parallelus*.

## METODOLOGÍA

Actualmente las técnicas analíticas numéricas proveen un acercamiento operacional objetivo para el estudio de abundantes datos. La morfometría (medida y análisis de la forma, Dali 1985), ha proporcionado a través de los programas computacionales las herramientas necesarias para el análisis de múltiples caracteres taxonómicos. Una de las herramientas más usadas y eficaces es el análisis multivariado de los datos el cual analiza la relación entre diversas variables independientes y al menos una dependiente. Según Kendall (1980), en el estudio propio del campo multivariado se pueden utilizar diferentes enfoques, tanto por los distintos tipos de situaciones que se presentan al obtener los datos, como por el objetivo específico del análisis. Los más importantes son:

- a) Simplificación de la estructura de los datos.- el objetivo es encontrar una manera simplificada de representar el universo de estudio. Esto puede lograrse mediante la transformación (combinación lineal o no lineal) de un conjunto de variables interdependientes en otro conjunto independiente o en un conjunto de menor dimensión.
- b) Clasificación.- permite ubicar las observaciones dentro de grupos o bien concluir que los individuos están dispersos aleatoriamente en el multiespacio. También pueden agruparse variables.
- c) Análisis de la interdependencia.- el objetivo es examinar la interdependencia entre las variables, la cual abarca desde la independencia total hasta la colinealidad cuando una de ellas es combinación lineal de algunas de las otras o, en términos aún más generales, es una función  $f(x)$  cualquiera de las otras.
- d) Análisis de la dependencia.- para ello se selecciona del conjunto de ciertas variables (una o más) y se estudia su dependencia de las restantes, como en el análisis de regresión múltiple o en el análisis de correlación canónica.
- e) Formulación y prueba de hipótesis.- a partir de un conjunto de datos es posible encontrar modelos que permitan formular hipótesis en función de parámetros estimables. La prueba de este nuevo modelo requiere una nueva recopilación de datos a fin de garantizar la necesaria dependencia y validez de las conclusiones.

## Análisis de Componentes Principales (ACP)

Este es uno de los métodos más difundidos, que permite la estructuración de un conjunto de datos multivariados obtenidos de una población, cuya distribución de probabilidades no necesita ser conocida. La técnica de análisis de componentes principales (ACP) tiene su origen en 1901 cuando Karl Pearson publicó un trabajo sobre el ajuste de un sistema de puntos en un multiespacio a una línea o a un plano. El trabajo se centraba en aquellos componentes, o combinaciones lineales de variables originales, para los cuales la varianza no explicada fuera mínima. Estas combinaciones generan un plano, función de las variables originales, en el cual el ajuste del sistema de puntos es “el mejor” por ser mínima la suma de las distancias de cada punto al plano de ajuste. Este enfoque fue retomado por Hotelling en 1933, quien fue el primero en formular el análisis por componentes principales. Dicho análisis se aplica, pues, cuando se dispone de un conjunto de datos multivariados y no se puede postular, sobre la base de conocimientos previos del universo de estudio, una estructura particular de las variables. El análisis deberá ser aplicado cuando se desee conocer la relación entre los elementos de una población y se sospeche que en dicha relación influye de manera desconocida un conjunto de variables o propiedades de los elementos. El objetivo central del ACP es la generación de nuevas variables que puedan expresar la información contenida en el conjunto original de datos, reduciendo además la dimensionalidad de variables al transformarlas en otras que las contienen. Así, las nuevas variables generadas se denominan componentes principales y poseen algunas características estadísticas deseables, tales como independencia (ortogonalidad) y en todos los casos no correlación, por lo que se interpretan independientemente unas de otras. El número de dichos componentes depende del número de caracteres originales y el número máximo posible es igual o menor al número de estos últimos. Cada componente contiene una parte de la variabilidad total de los caracteres. El primer componente es el que contiene la mayor variabilidad. De la variabilidad restante, el segundo componente es el que incluye más información. El tercer componente posee la mayor variabilidad no contenida en los componentes anteriores. Así se continúa hasta que toda la variabilidad ha sido distribuida diferencialmente entre los componentes. Cada componente contiene información de todos los caracteres pero en diferentes proporciones. El cuadrado de la contribución de un carácter para un componente representa la varianza de ese carácter para

el citado componente. La sumatoria de las varianzas de todos los caracteres para un determinado componente principal recibe el nombre de eigenvalor o raíz latente (Crisci y López, 1983). Entonces, el ACP busca maximizar la varianza de una combinación lineal de las variables. Se ha dicho que los componentes principales tienen ciertas características que son “deseables”: Los componentes principales no están correlacionados y si, además puede suponerse multinormalidad en los datos originales, son independientes. Cada componente principal sintetiza la máxima variabilidad residual contenida en los datos.

#### Análisis de Covarianza (ANCOVA)

Es un método estadístico que analiza la relación entre una variable dependiente y dos o más independientes, con el que se permite eliminar o controlar la influencia de al menos una de estas independientes. Dicha variable, con frecuencia, es característica antecedente que puede variar entre los grupos (Mertens, 2005) o influir los resultados y afectar la claridad de las interpretaciones. Wildt y Ahtola (1978) destacan tres perspectivas para el análisis de covarianza: a) perspectiva experimental, la cual se aplica en las diferencias observadas en la variable dependiente, por medio de las categorías de la variable independiente (o variables independientes). Se asume que hay otras variables independientes cuya influencia debe ser controlada. A las variables independientes cuantitativas continuas, cuya influencia se controla, se denominan covariables. El procedimiento hace equivalentes a los grupos en las covariables y controla influencias potenciales que pueden afectar a la variable dependiente (Creswell, 2005); b) perspectivas de interés por la covariable donde el interés principal se centra en analizar la relación entre la variable dependiente y la covariable (variable cuantitativa continua) o las covariables. La influencia que se remueve es la de las variables y después se analiza el efecto “purificado” de las covariables; y c) perspectiva de regresión, que examina el efecto de cada variable independiente (covariables y no covariables) y después se ajustan o corrigen los efectos de las demás variables independientes.

El análisis de covarianza elimina influencias no deseadas sobre la variable dependiente. La función del análisis de covarianza es remover la varianza compartida entre una o más covariables y la dependiente, de este modo se valora en su justa dimensión, la relación causal entre las variables independientes de interés y la dependiente (Creswell, 2005). Wild y Ahtola

(1978) definen algunos usos del análisis de covarianza: 1) incrementar la precisión en experimentos con asignación al azar; 2) eliminar influencias extrañas contaminantes que pueden resultar cuando las pruebas o los individuos no son asignados al azar a las diferentes condiciones experimentales (grupos de un experimento); y 3) eliminar efectos de variables que confundan o distorsionen la interpretación de resultados en estudios no experimentales.

### Prueba *t* de Student

Es una distribución de probabilidades que es muy usada en estadística principalmente porque es simétrica y con forma de campana, lo que favorece su aplicación como modelo a gran número de variables. La importancia de la distribución normal, se debe a que muchas de las variables ligadas a la biología siguen el modelo de la normal, como lo son: los caracteres morfológicos de individuos, caracteres fisiológicos, caracteres de comportamiento, entre otros. El objetivo principal del análisis bioestadístico es deducir inferencias acerca de la población o ensayo, donde se empieza con establecer una afirmación sobre una “no diferencia” en la hipótesis nula ( $H_0: \mu = 0$ ) y luego se establece la hipótesis alterna, la cual se asume como cierta si se rechaza la hipótesis nula ( $H_a: \mu \neq 0$ ) (Zar, 1999). Las pruebas estadísticas paramétricas son herramientas útiles para los análisis relacionados con la biología. Según Zar (1999), dichas pruebas sólo son dirigidas para: datos cuantitativos; el tamaño de la muestra ( $n$ ) debe de ser igual o mayor a 10 ( $n \geq 10$ ); se deben de ajustar a la distribución normal; las variables tienen que presentar homogeneidad de varianzas (Homocedasticidad); el muestreo debe de ser aleatorio. Las pruebas más utilizadas son *t*-Student, *t*-pareada y análisis de varianza (ANOVA).

### Diagrama de caja

El diagrama de caja, también conocido como box plot o diagrama de caja y bigote, constituye la herramienta gráfica analítica más útil para el estudio de un grupo determinado de variables. Los diagramas de caja reflejan los valores de la mediana, es decir, los valores de la variable que se encuentran en la parte media del ordenamiento del menor al mayor valor de la variable. Los bigotes se obtienen repitiendo el procedimiento de acomodo de datos pero ya divididos los datos a partir de la formación de la mediana. Mientras que los extremos o casos

extraordinarios serán obtenidos a partir de la última delimitación de los bigotes. Estos gráficos muestran características tales como: 1) nivel y localización; 2) dispersión; 3) forma de distribución (asimetría, longitud de las colas de distribución o bigotes); y 4) valores extraordinarios. Por lo tanto los diagramas de caja proporcionan una impresión visual de varios aspectos importantes de la distribución empírica de un grupo de variables. Estos gráficos son especialmente útiles en la comparación de varios grupos de números. Es posible comparar los diagramas de caja con respecto a su nivel y localización, a su dispersión, así como también a su sesgo y a la densidad de sus colas de distribución. Para saber si la diferencia en la localización de las distribuciones es significativa (la localización de la mediana) se dibujan las muescas que facilitan la evaluación de estas localizaciones. Estas muescas se colocan simétricamente alrededor de la mediana y se definen de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Mediana} \pm 1.58 [dF/\sqrt{n}]$$

donde:

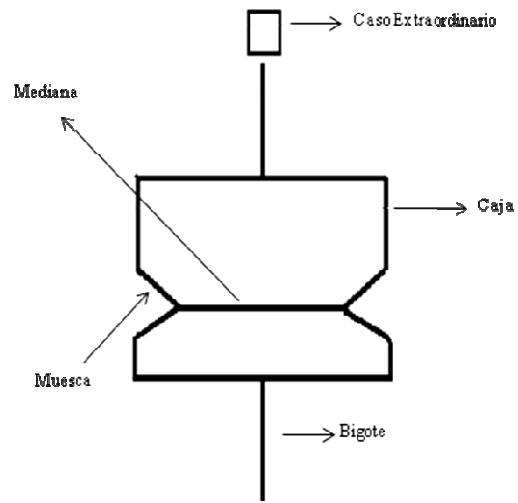
dF: representa la dispersión de los cuartos de los datos.

1.58: es la variabilidad de la mediana de la muestra al nivel de confianza del 95%

$\sqrt{n}$  : es la raíz cuadrada del número total de datos

Los lotes de datos cuyos intervalos indicados por las muescas no se sobreponen además de ser significativamente diferentes con un nivel de significancia aproximado del 5% (Salgado-Ugarte, 1992).





**Figura 3.** Representación de los diagramas de caja y sus características.

## MATERIAL Y MÉTODO

### ➤ Fase de Campo

Los robalos que se utilizaron en este estudio forman parte de las colecciones de peces de nuestra Facultad. Básicamente corresponden a dos lagunas costeras del estado de Veracruz. La primera, la laguna Tampamachoco, reconocido como un sistema lagunar estuarino ubicado en el municipio de Tuxpan de Rivera Cano, donde los especímenes de *C. parallelus* fueron obtenidos durante el período de 1979-1981. La recolecta de los especímenes se realizó por medio de una red de arrastre de tipo camaronero de abertura de malla de  $\frac{3}{4}$  pulgadas, y 7 metros de largo. Mientras que laguna Grande se encuentra en el municipio de Vega de Alatorre, y en ella las recolectas se realizaron por medio de trasmallos de 2.5 pulgadas de abertura de malla y 80 metros de largo por 2 metros de altura. Los muestreos se realizaron en esta última durante el período 2008-2010. Las colectas se efectuaron en diferentes ambientes sedimentarios (arenoso y arenoso-limoso, conchal, limoso, manglar, entre otros).

Se registraron los parámetros de los sistemas lagunares tales como la salinidad con la ayuda de un refractómetro (VEE GEE modelo STX-3). La temperatura del agua y la concentración de oxígeno disuelto fueron determinados con la ayuda de un oxímetro digital (YSI modelo 52CE).

Los especímenes capturados se fijaron con formalina al 15% y se registraron en etiquetas, para cada muestra, los siguientes datos de campo: temperatura del agua, salinidad, oxígeno disuelto, estación de colecta, fecha, arte de pesca empleada y el colector.

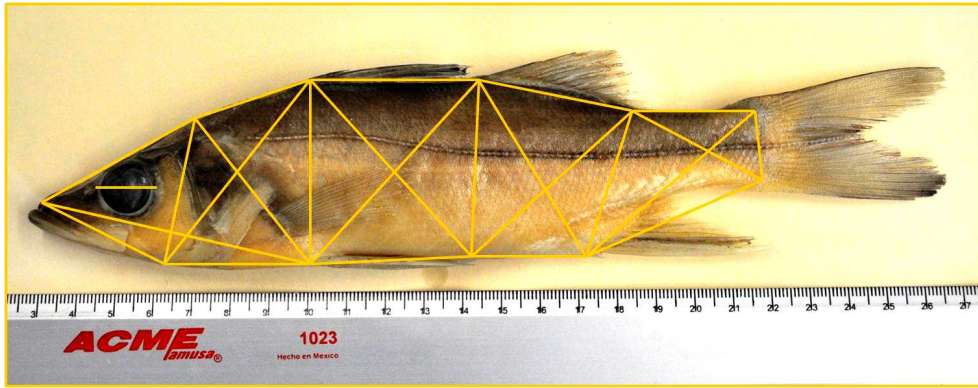
### ➤ Fase de Laboratorio

En laboratorio se obtuvo un registro de los especímenes en una bitácora de entrada con los siguientes datos: localidad, fecha de colecta, nombre científico, nombre común, familia, colector, persona que determinó y fecha de captura.

Para desechar la formalina de los especímenes, éstos fueron lavados con agua durante dos o tres días, con recambios diariamente. Posteriormente se colocaron en alcohol etílico al 40% para su conservación final. Se determinaron taxonómicamente a los centropómidos con el apoyo de las claves emitidas por Rivas (1986); FAO (2002); y Castro-Aguirre *et al.*, (2002).

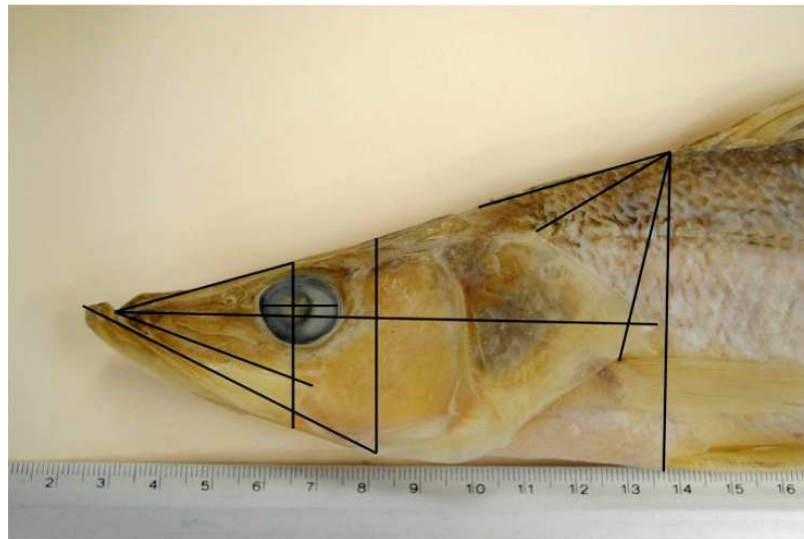
Actualmente la familia está constituida por doce especies, de las que seis: *C. ensiferus*, *C. pectinatus*, *C. mexicanus*, *C. parallelus*, *C. poeyi* y *C. undecimalis* se distribuyen sobre la costa atlántica occidental intertropical. El objeto de estudio fueron las poblaciones de la especie centropómida *C. parallelus* Poey, 1860, a las que se les aplicó un análisis morfométrico basado expresamente sobre la región cefálica (Fig. 6 y Tabla 1). Para ello ha sido aplicado el procedimiento de norma de reacción (Levin, Hosselld y Olsson, 2006), considerando que dichas poblaciones, de manera recurrente, habitan los sistemas estuarinos de la mayoría de las lagunas costeras de la parte central y sur del golfo de México; y partiendo del concepto de plasticidad fenotípica han sido seleccionados caracteres morfométricos de la región cefálica de los especímenes, como una herramienta para determinar las posibles variaciones morfométricas entre ambas poblaciones (Ihssen *et al.*, 1981; Melvin *et al.*, 1992). El método de marcado fue derivado del modelo geométrico denominado red inmovilizadora (TRUSS) (Fig. 4), propuesto por Strauss y Bookstein (1982), el cual permite hipotéticamente y hasta cierto grado de confiabilidad, la corrección de los errores de medición generados por la conservación, debido a que la mayoría de las veces, los especímenes pierden su forma original al deformarse su cuerpo, lo que causa problemas de linealidad y curvatura en ellos, presentándose a menudo errores de precisión en la medición. La morfometría basada en datos de la red inmovilizadora de TRUSS, ha sido utilizada para la identificación de las poblaciones (Bronte y Moore, 2007; Shao *et al.*, 2007), en la discriminación de especies (Palma y Andrade, 2002), la ontogenia (Hard *et al.*, 1999; Debowsky *et al.*, 1999) y en la morfología funcional (Dean *et al.*, 2006).

Los métodos de identificación de las poblaciones se han desarrollado en paralelo con el avance de las técnicas morfométricas, seguidos por el análisis estadístico de los datos de crecimiento relativo para detectar cambios ontogenéticos y la variación geográfica entre las poblaciones de especies de peces (Ibáñez-Aguirre *et al.*, 2006).



**Figura 4.** Diagrama general donde se indica el marcaje que se emplea para todo el cuerpo del organismo en el modelo de TRUSS (Straus y Bookstein, 1982) para la obtención de caracteres morfométricos.

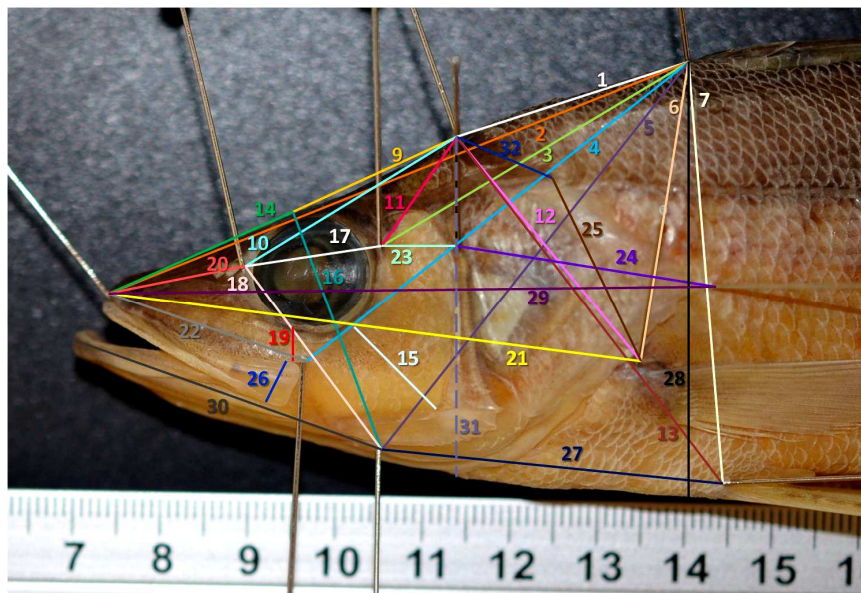
Los caracteres empleados para un análisis morfométrico sobre la región cefálica, hasta ahora y de acuerdo con Strauss y Bookstein (1982) son los siguientes: 1) distancia del borde anterior de la premaxila a la maxila; 2) longitud cefálica; 3) distancia de la premaxila al borde central del orbital; 4) diámetro del ojo; 5) longitud de la mandíbula; 6) longitud del borde central del orbital al anguloarticular; 7) distancia del occipital al retroarticular; 8) distancia de la base de la primera aleta dorsal al occipital; 9) distancia de la base de la primera aleta dorsal a la base de la aleta pectoral; 10) ancho del cuerpo (Fig.5).



**Figura 5.** Caracteres que han sido empleados anteriormente para un estudio morfométrico dirigido a la región cefálica, obtenidos mediante el modelo de TRUSS. El espécimen presente en la imagen corresponde a la especie *C. undecimalis* Bloch, 1792.

Los caracteres morfológicos que fueron propuestos para llevar a cabo el análisis presentado en este trabajo se basaron, como ya se había mencionado anteriormente, en la zona cefálica de la

especie *C. parallelus*. A continuación se presentan el diagrama y la explicación de cada uno de los caracteres.

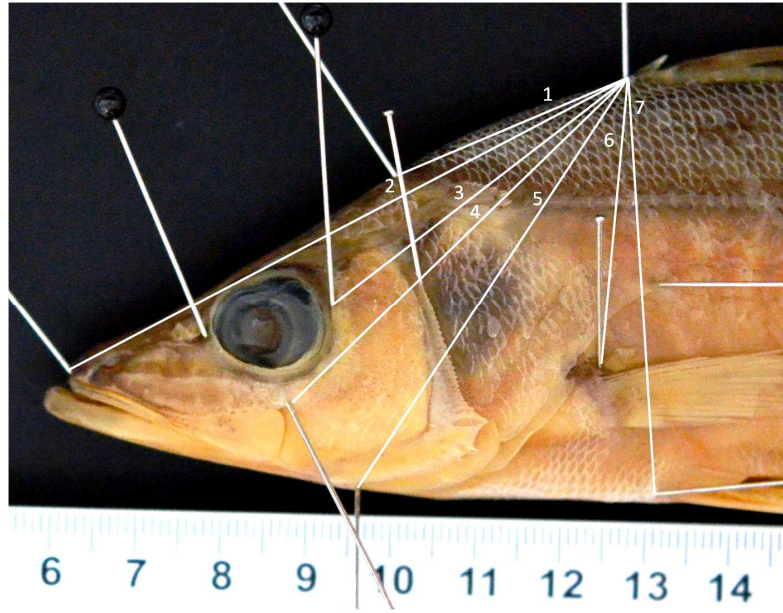


**Figura 6.** Imagen donde se muestran los caracteres que se fueron empleados para el análisis morfométrico de *Centropomus parallelus* del Atlántico.

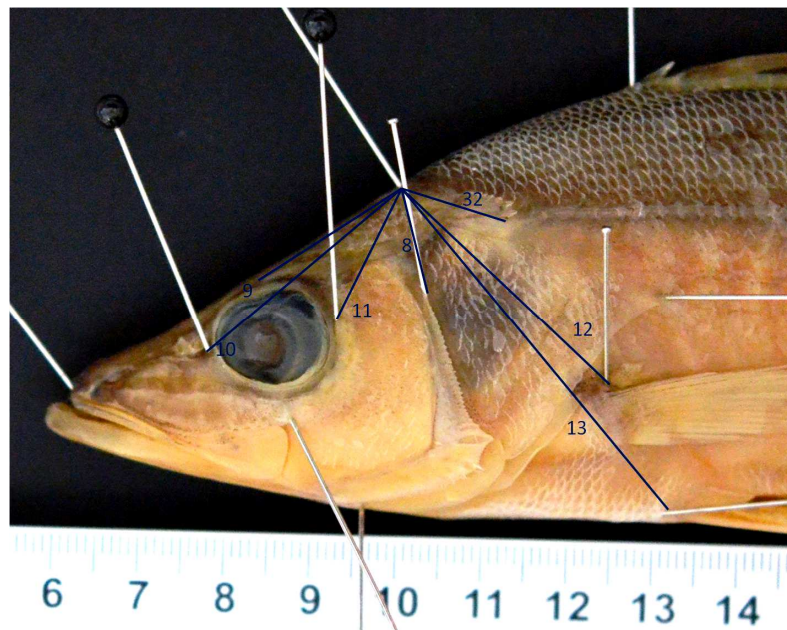
**Tabla 1.** Definición de las medidas morfométricas obtenidas para el análisis de la especie.

<b>Etiqueta</b>	<b>Carácter morfométrico</b>
1	Distancia de la base de la primera aleta dorsal al occipital
2	Distancia de la base de la primera aleta dorsal a la premaxila
3	Distancia de la base de la primera aleta dorsal al borde posterior del orbital
4	Distancia de la base de la primera aleta dorsal a la base posterior de la maxila
5	Distancia de la base de la primera aleta dorsal al final de la mandíbula
6	Distancia de la base de la primera aleta dorsal a la base de la aleta pectoral
7	Distancia de la base de la primera aleta dorsal a la base de la aleta pélvica
8	Distancia del occipital a la base del preopérculo
9	Distancia del occipital al borde superior central del orbital
10	Distancia del occipital al borde anterior del orbital
11	Distancia del occipital al borde posterior del orbital
12	Distancia del occipital a la base de la aleta pectoral
13	Distancia del occipital a la base de la aleta pélvica
14	Distancia del borde central superior del orbital a la premaxila
15	Ángulo del orbital al preopérculo
16	Distancia del borde central superior del orbital al final de la mandíbula
17	Diámetro del ojo
18	Distancia del borde anterior del orbital al final de la mandíbula
19	Ancho de la placa suborbital
20	Longitud preorbital
21	Distancia de la premaxila a la base de la aleta pectoral
22	Distancia de la premaxila a la maxila
23	Ancho del preopérculo
24	Distancia de la base del preopérculo a la membrana opercular
25	Distancia de la base de la membrana del opérculo a la base de la aleta pectoral
26	Ancho de la maxila
27	Distancia del final de la mandíbula a la base de la aleta pélvica
28	Altura corporal
29	Longitud cefálica
30	Longitud de la mandíbula
31	Altura cefálica
32	Distancia del occipital a la base de la membrana del opérculo

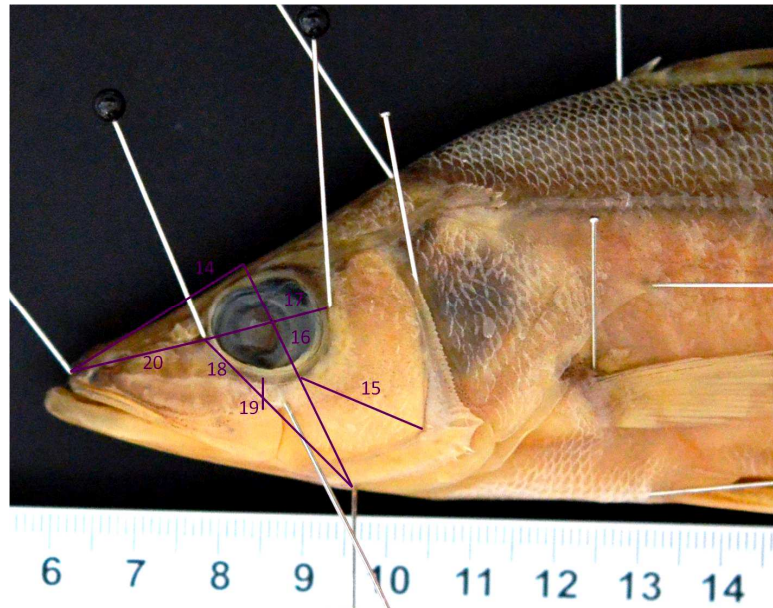
En las figuras 7, 8, 9, 10 y 11 se muestran secciones en que se relacionan los caracteres de la imagen de la Fig. 4, mostrando parte de todos los caracteres que fueron considerados y propuestos inicialmente en el estudio.



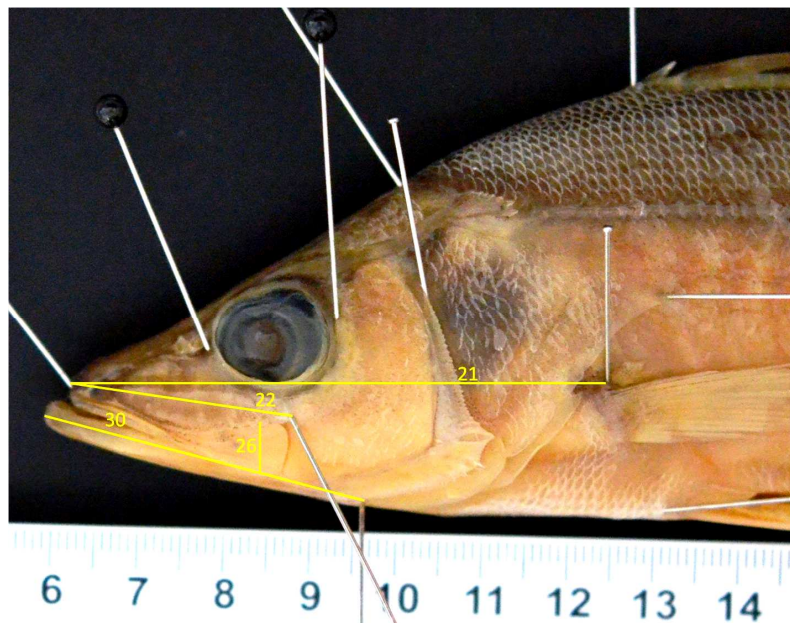
**Figura 7.** Muestra el punto de la base de la primera aleta dorsal y sus puntos dependientes.



**Figura 8.** Parte seleccionada del occipital a los diferentes puntos de marcado, siendo cada uno de ellos un carácter.

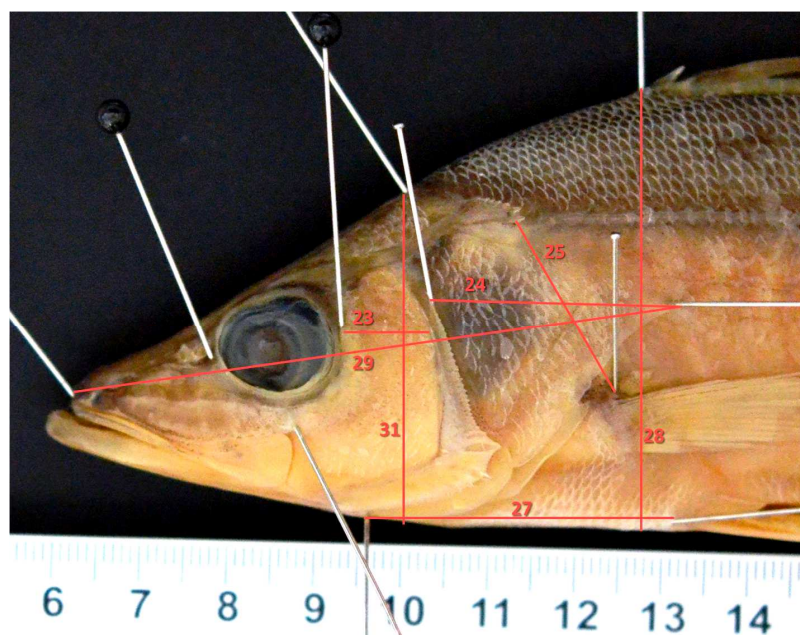


**Figura 9.** Caracteres que pertenecen a la región del orbital como el preorbital, la placa suborbital, diámetro del ojo, longitud del ángulo del orbital al preopérculo, entre otros.



**Figura 10.** Caracteres que serán de utilidad para encontrar la variabilidad en las mediciones de la especie.





**Figura 11.** Parte seleccionada del preopérculo, opérculo, y puntos independientes, tales como la longitud cefálica, altura corporal, altura cefálica y la distancia tomada a partir del final de la mandíbula a la base de la aleta pélvica.

Todas las medidas morfométricas se tomaron con la ayuda del programa computacional tpsDig versión 1.4 (Rohlf, 2004).

➤ Fase de Gabinete

Los caracteres morfométricos fueron modificados aplicando el ajuste alométrico para corregir la variación por talla de los especímenes. Todas las medidas morfométricas se transformaron de acuerdo a la siguiente ecuación (Reist, 1985):

$$Y_{calc} = 10^K$$

Donde el exponente  $K$  es el logaritmo de la medida ajustada ( $e$ ) derivada de la siguiente fórmula:

$$e = \log Y - \beta (\log X - \log X_{promLc})$$

Donde  $Y_{calc}$  es la medida estimada para cada individuo para cada una de las variables morfométricas;  $Y$  es la medida no ajustada original;  $\beta$  es el coeficiente alométrico (la pendiente del log  $Y$  contra log  $X$  para cada población);  $X$  es la longitud cefálica ( $L_c$ ) del espécimen;  $X_{promLc}$  es la media de la longitud cefálica de los especímenes analizados; y el logaritmo es en base 10. La transformación nos fue muy útil debido a que refleja de manera

eficaz la variación de la forma entre los grupos, independientemente de los factores de talla (Reist, 1985). Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo sin importar el sexo de los individuos ya que todas las mediciones se transformaron eliminando de esta manera el efecto del tamaño (Karakousis *et al.*, 1993; Mamuris *et al.*, 1998). Se obtuvo la estadística descriptiva para cada carácter morfométrico. Se analizó la diferencia morfométrica por medio de diagramas de caja y bigote (Salgado-Ugarte, 1992) en complemento con pruebas estadísticas no paramétricas (prueba de medianas) (Zar, 1999). Los caracteres más significativos fueron retenidos y sometidos al análisis por componentes principales (ACP).

## RESULTADOS

Descripción taxonómica de la especie según Serrano-Romero (2012):

***Centropomus parallelus* Poey, 1860**

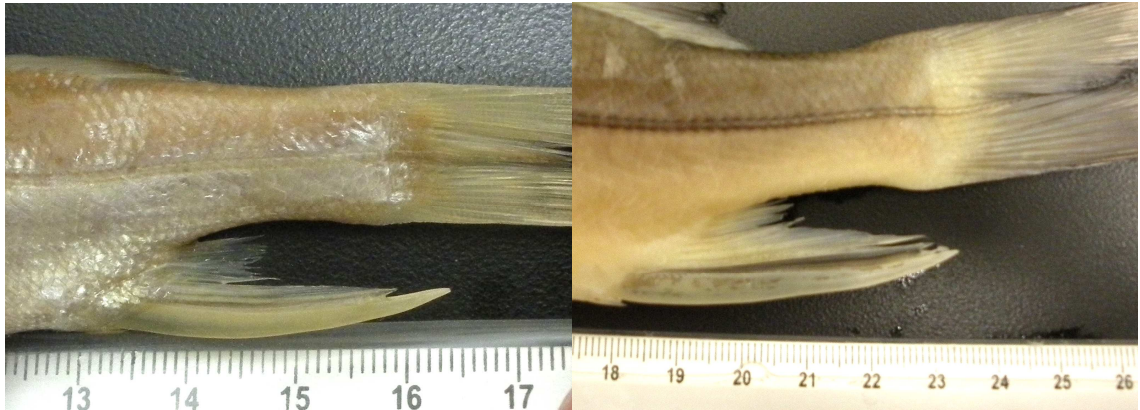
“Robalo de aleta amarilla”; “Chucumite”; “Robalo gordo”; “Robalo de escama chica”.



Howell-Rivero (1938) estableció que el ejemplar MCZ 10271, que supuestamente representa al holotipo de *C. parallelus*, originalmente descrito a partir de un sólo espécimen de 150 mm de Lt; la mayoría de los caracteres con los que aparecen citados en la descripción original presenta demasiadas discrepancias. En este sentido, en la descripción original se cita que el individuo se distingue en primera instancia porque las escamas laterales son de tamaño pequeño y suman 90, al contarse de la parte posterior del posttemporal a la base de la caudal. Posteriormente, Poey (1868) cambió el conteo a 85. Sin embargo, el MCZ 10271 presenta sólo 76 escamas laterales. Número similar al que se presenta en *C. mexicanus*, con quien comparte este carácter como una sinapomorfía. Otras notables discrepancias se encuentran en la profundidad y anchura corporal, el diámetro de la órbita, la extensión del maxilar, y la longitud de la segunda espina anal. También ha sido establecido que en la descripción original el número de radios de la dorsal es de 10, pero el ejemplar MCZ 10271 presenta sólo nueve. Estas numerosas discrepancias, especialmente el número de escamas laterales y los radios de la aleta dorsal son considerados por Rivas (1986) como suficientes para justificar el rechazo de MCZ 10271 como el holotipo de *C. parallelus*. Ningún espécimen que calificara como holotipo podría encontrarse en los especímenes de MCZ, USNM, o cualquier otro de los museos. Por lo que un espécimen de 208 mm de longitud estándar (MCZ 10307), enviado de

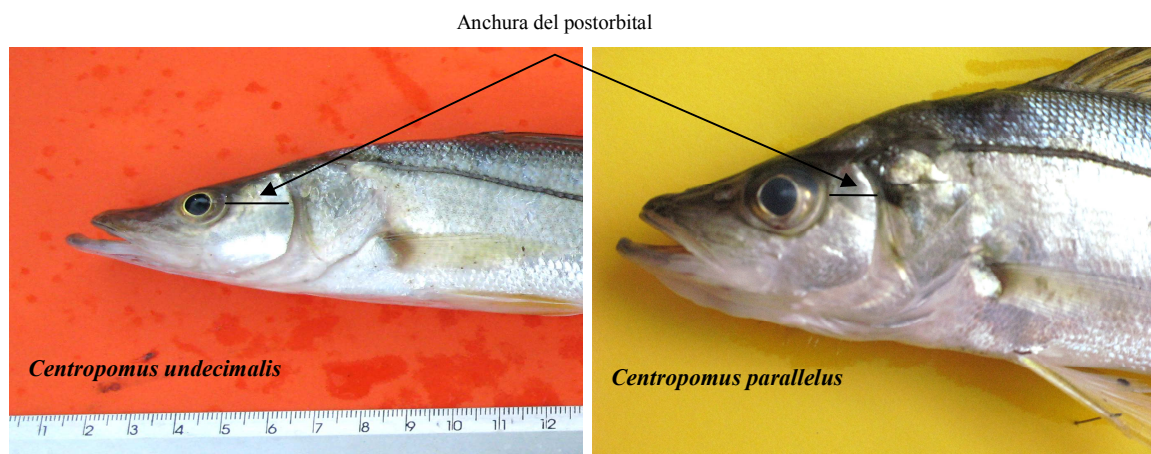
la Habana, Cuba, por Poey, reconocido como *C. parallelus*, ha sido designado como el neotipo al concordar las características con la descripción del holotipo.

**Características generales.** En su etapa adulta su promedio de longitud total (Lt) es de 600 mm, por lo que ésta es siempre menor que aquella de *C. undecimalis*, sin embargo existen registros de hasta 900 mm de Lt (Chávez, 1961). Longitud cefálica con respecto a su profundidad corporal varía del 58 al 81%. Perfil de la nariz recto o ligeramente cóncavo a nivel del hocico; el extremo posterior de la maxila alcanza el borde posterior de la pupila. Branquiespinas totales en el primer arco branquial de 14 a 17 (generalmente de 15 a 17), no incluyendo rudimentos; de 21 a 25, generalmente de 22 a 24 al incluirlos. En la rama superior del primer arco branquial de 4 a 5 branquiespinas, no incluyendo rudimentos. Aleta pectoral con 14 a 16 radios, modalmente 15. Extendida la primera aleta dorsal, la tercera espina más alta que la cuarta; segunda aleta dorsal con una espina y de 9 a 11, normalmente 10 radios. En especímenes de tallas adultas, de aproximadamente 196 mm de longitud patrón (Lp) las puntas de las aletas pélvicas alcanzan o rebasan ligeramente la ventana del ano; mientras que en individuos de 122 mm de Lp, los ápices rebasan la ventana del ano. Aleta anal con 3 espinas y 6 radios, raramente 7. La segunda espina anal, plegada, en tallas de alrededor de 200 mm de longitud patrón y mayores, se observa que en algunos de los individuos el ápice de la segunda espina anal se aleja ligeramente de la base de la caudal; en tallas menores a ésta, el ápice al menos alcanza o ligeramente rebasa la base de la caudal. Mientras que en tallas juveniles (alrededor de 135 mm de longitud patrón) el ápice rebasa notablemente la base de la caudal. (Fig. 12). Por lo que es probable que en tallas mayores a los 400 mm el ápice de la espina anal se aleje aún más de la base de la caudal. Las escamas son de tamaño pequeño; de 79 a 92 escamas laterales. Únicamente *C. mexicanus* presenta esta cantidad de escamas laterales, por lo que se considera como un carácter sinapomórfico para este par de especies. En lo que respecta a la anchura del preopérculo, en *C. parallelus* es notablemente menor que aquella de *C. undecimalis*, donde la anchura es más amplia. (Fig. 13).

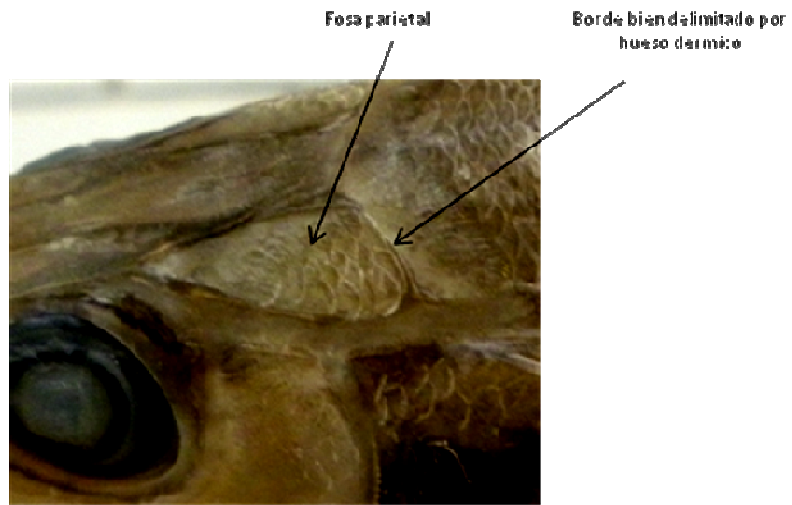


**Figura 12.** La imagen de la izquierda representa a un juvenil en el que se observa que el ápice de la segunda espina anal rebasa la base de la caudal. Mientras que en ejemplares adultos, imagen derecha, el ápice tan sólo alcanza la base de la caudal.

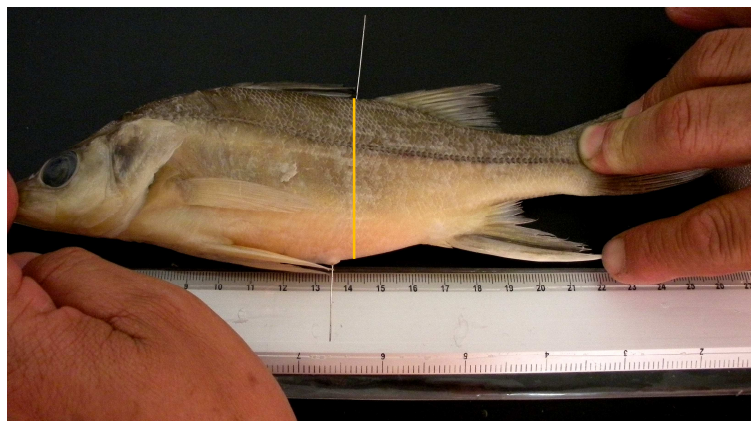
Fosa parietal notablemente corta con respecto aquella de *C. undecimalis*; su anchura máxima se localiza a la altura del ángulo superior de su parte posterior. El ángulo anterior alcanza el tercio posterior del ojo. La apariencia general de la fosa se muestra como corta y ensanchada en su parte posterior. Su borde posterior se encuentra bien delimitado por el hueso dérmico (Fig. 14). La ventana anal se encuentra, en una vertical, antes del extremo posterior de la base de la primera aleta dorsal (Fig. 15). La coloración dorsal varía del café amarillo a café verdoso, costados y vientre plateados; con una marcada línea lateral con notable color negro. Aletas pares de color amarillo, por la que también se le conoce como robalo de aleta amarilla.



**Figura 13.** En la imagen derecha se observa la anchura del preopérculo que en *C. undecimalis* contrasta en relación con aquella de *C. parallelus*, ya que en ésta última es menos notable.



**Figura 14.** La imagen muestra la forma de los parietales de *C. parallelus* adulto, donde se puede observar claramente la notable anchura del su borde posterior y la no tan alargada fosa.



**Figura 15.** En una vertical la ventana anal se encuentra antes del extremo posterior de la base de la primera aleta dorsal.

Las poblaciones de chucumite se encuentran dentro de laguna Grande a lo largo del año. Orrel *et al.*, (2003) cita que esta especie desova en los meses de mayo en la desembocadura de los ríos. En laguna Grande ha sido registrado que desova en los meses lluviosos de septiembre a noviembre (com. pers. de los pescadores), cuando las aguas presentan una alta dilución de agua marina, debido a que se encuentra aun cerrada la barrera arenosa que separa a laguna Grande del mar. También se encuentran registros de que *C. parallelus* penetra en aguas francamente limnéticas. Su presencia en los ambientes estuarinos y en los ríos se refrenda por los registros del lago Okeechobee en Florida, donde se documenta que asciende por los ríos, como también ocurre en los rápidos del río Chagres en Panamá, en los rápidos del río San

Juan y el lago Nicaragua, donde también ha sido registrada su presencia. Aparentemente *C. parallelus* ocurre más frecuentemente en los ríos que en las aguas marinas (Villa, 1982). Ha sido tal el grado de afinidad de esta especie al igual que en *C. mexicanus* por las aguas salobres y dulceacuícolas que Riede (2004) la cataloga como una especie demersal y anfídroma, que alcanza tallas de Lt y peso de 630 mm y 3.0 kg, respectivamente, pero es común su captura en los 250 mm y 500 g de peso (Orrell *et al.*, 2003). En este sentido, el espécimen conocido de mayor talla que había sido registrado por Meek y Hildebrand (1925) fue de 580 mm de longitud estándar y había sido colectado en los alrededores de las costas de Panamá. Mientras que dentro de la base de datos de IGFA (2001) han sido encontrados registro de hasta 720 mm de longitud total.

El material reportado por Chávez (1963) de las costas del Golfo de México como *C. parallelus* era probablemente una mezcla de *C. mexicanus* y *C. poeyi* (obs. pers.) debido al amplio rango dado por los conteos de las escamas laterales (70 a 91). Lo cual es ahora verificado por el material examinado en la UMMZ (University of Michigan Museum of Zoology, Ann Arbor). *C. parallelus* de las costas del Golfo de México está registrado en base al material UMMZ y a la distribución geográfica dada por Chávez (1961).

Dentro del grupo de las especies, *C. parallelus* es muy similar con *C. mexicanus*, con la cual forma un par simpátrido y sintópico del Atlántico occidental, además no se encuentra relación morfológica con alguna de las especies de las costas del Pacífico oriental tropical.

- Análisis univariado de la variabilidad morfológica

La determinación de la variabilidad morfológica entre las dos poblaciones de chucumite se llevó a cabo por medio del análisis de 32 caracteres morfométricos tomados de la región cefálica de cada uno de los especímenes (ver Fig. 6). Para minimizar la influencia de la longitud cefálica sobre cada una de los caracteres, se llevó a cabo su transformación aplicando el procedimiento propuesto por Reist (1985).

Una vez obtenida la transformación se practicó el análisis estadístico de *t* Student (Zar, 1999) entre los caracteres de ambas poblaciones, obteniéndose que del total sólo 13 caracteres presentaron diferencia significativa ( $p > 0.01$ ) (Tabla 2).

**Tabla 2.** Media +\_ desviación estándar, (intervalo de talla) y valores de *t* para cada carácter morfométrico (mm). Todas las variables morfométricas fueron transformadas por covarianza (Mamuris *et al.*, 1985). Número de especímenes examinados: Laguna Tampamachoco, Tuxpan de Rivera Cano, 34; Laguna Grande, Vega de Alatorre: 44. Las variables morfométricas significativas se encuentran marcadas en negrita.

Caracteres morfométricos	Laguna Tampamachoco	Laguna Grande	<i>p</i> (0.01)	<i>p</i> (0.05)
Med1	27.01 +_ 4.49 (18.87-36.59)	29.08 +_ 2.65 (23.29-34.46)	0.3037	0.2233
<b>Med2</b>	<b>68.29 +_ 9.68 (53.32-90.69)</b>	<b>72.79 +_ 5.64 (62.11-84.87)</b>	0.3978	< <b>0.00001</b>
Med3	38.40 +_ 6.78 (26.75-51.11)	42.69 +_ 4.53 (33.92-51.72)	0.1157	0.1157
Med4	51.55 +_ 7.81 (39.79-67.32)	55.84 +_ 5.13 (42.21-65.13)	0.2007	0.2007
Med5	52.75 +_ 7.44 (39.78-68.88)	57.13 +_ 4.75 (48.03-66.40)	0.1650	0.1650
<b>Med6</b>	<b>29.11 +_ 4.50 (22.87-39.13)</b>	<b>33.79 +_ 3.26 (26.65-42.25)</b>	<b>0.0038</b>	<b>0.0038</b>
<b>Med7</b>	<b>42.14 +_ 6.69 (31.81-57.79)</b>	<b>48.40 +_ 4.23 (40.38-57.54)</b>	0.0112	< <b>0.00001</b>
Med8	12.66 +_ 2.64 (8.78-18.52)	13.80+_ 1.60 (10.95-17.97)	0.3377	0.3377
<b>Med9</b>	<b>18.22 +_ 3.42 (12.37-24.32)</b>	<b>19.72 +_ 2.41 (15.94-25.48)</b>	<b>0.0002</b>	0.6035
Med10	26.51 +_ 4.19 (20.16-34.27)	28.79 +_ 2.57 (24.41-34.53)	0.2285	0.2285
Med11	14.46 +_ 3.38 (9.11-21.46)	16.63 +_ 2.46 (11.71-22.34)	0.1790	0.1790
Med12	29.22 +_ 3.80 (22.25-37.88)	31.79 +_ 2.43 (26.59-38.09)	0.0856	0.0856
<b>Med13</b>	<b>42.81 +_ 5.67 (32.88-56.53)</b>	<b>48.28 +_ 3.81 (40.00-56.76)</b>	0.0186	< <b>0.00001</b>
Med14	24.80 +_ 4.95 (18.89-38.61)	24.38 +_ 2.21 (18.02-28.70)	0.6325	0.6325
Med15	14.70 +_ 2.08 (11.66-18.33)	14.75 +_ 1.43 (12.37-17.66)	0.5530	0.5530
Med16	26.93 +_ 3.19 (21.19-33.67)	28.58 +_ 2.04 (24.45-32.42)	0.1831	0.1831
Med17	14.96 +_ 1.75 (12.90-19.84)	15.36 +_ 0.97 (13.26-17.46)	0.5214	0.5214
Med18	23.28 +_ 2.84 (18.34-28.71)	25.02 +_ 2.13 (20.77-29.11)	0.1067	0.1067
<b>Med19</b>	<b>3.23 +_ 0.66 (2.38-5.16)</b>	<b>3.90 +_ 0.37 (3.21-4.76)</b>	<b>0.0030</b>	<b>0.0032</b>
<b>Med20</b>	<b>16.37 +_ 2.32 (12.97- 22.56)</b>	<b>16.46 +_ 1.78 (11.41-20.84)</b>	< <b>0.00001</b>	0.7110
Med21	58.32 +_ 6.47 (45.03-73.15)	60.25 +_ 4.16 (51.93-68.14)	0.7689	0.7689
<b>Med22</b>	<b>23.49 +_ 3.28 (19.32-32.36)</b>	<b>24.80 +_ 2.17 (20.60-29.59)</b>	0.4715	< <b>0.00001</b>
<b>Med23</b>	<b>9.24 +_ 1.50 (6.68-11.72)</b>	<b>9.91 +_ 1.12 (7.59-11.99)</b>	< <b>0.00001</b>	0.4573
Med24	26.13 +_ 3.75 (19.72-31.81)	28.58 +_ 2.69 (24.07-35.02)	0.0836	0.0836
<b>Med25</b>	<b>18.38 +_ 2.61 (13.55-22.13)</b>	<b>20.77 +_ 2.16 (14.97-25.64)</b>	0.0151	<b>0.0151</b>
<b>Med26</b>	<b>5.94 +_ 0.83 (4.56-7.59)</b>	<b>6.05 +_ 0.75 (4.57-7.53)</b>	< <b>0.00001</b>	0.8733
Med27	32.90 +_ 4.16 (24.77-42.85)	35.42 +_ 3.86 (27.80-44.41)	0.3516	0.3516
<b>Med28</b>	<b>44.93 +_ 6.83 (33.53-60.13)</b>	<b>49.72 +_ 4.43 (41.10-58.82)</b>	0.0403	<b>0.0001</b>
Med30	36.08 +_ 4.17 (30.72-46.55)	37.51 +_ 2.79 (32.90-42.64)	0.4883	0.4883
<b>Med31</b>	<b>34.68 +_ 5.07 (26.88-46.90)</b>	<b>38.59 +_ 2.95 (32.59-44.50)</b>	0.0450	<b>0.0450</b>
Med32	12.71 +_ 2.29 (9.61-18.30)	13.42 +_ 1.68 (10.39-18.10)	0.2970	0.2970

A

continuación se citan los caracteres significativos derivados de la prueba estadística de *t* Student ( $p > 0.05$ ):



<b>Etiqueta</b>	<b>Carácter morfométrico</b>
Med2	Distancia de la base de la primera aleta dorsal a la premaxila
Med6	Distancia de la base de la primera aleta dorsal a la base de la aleta pectoral
Med7	Distancia de la base de la primera aleta dorsal a la base de la aleta pélvica
Med9	Distancia del occipital al borde superior central del orbital
Med13	Distancia del occipital a la base de la aleta pélvica
Med19	Ancho de la placa suborbital
Med20	Longitud preorbital
Med22	Distancia de la premaxila a la maxila
Med23	Ancho del preopérculo
Med25	Distancia de la base de la membrana del opérculo a la base de la aleta pectoral
Med26	Ancho de la maxila
Med28	Altura corporal
Med31	Altura cefálica

- Análisis multivariado de la variabilidad morfológica.

En el análisis de componentes principales (CP) muestra teóricamente que de manera general en los tres primeros componentes se acumula la mayor variabilidad del total de los componentes. Como resultado final en los tres primeros componentes se concentra el 90.01 % de la variabilidad total, y en ellos se tienen las trece variables morfométricas como significativas. Es decir contribuyen a la diferenciación de ambas poblaciones (ver Tabla 3). Se puede mencionar que entonces se evaluó el peso de cada uno de los caracteres de acuerdo a su variabilidad correspondiente en cada componente principal. Así el primer componente es el que presenta la mayor variabilidad, en este caso con el 69.97 % y, por lo tanto, el que brinda mayor información acerca del grado de información taxonómica de cada uno de los caracteres con respecto a la formación de su eje en el espacio. Mientras que el segundo y tercer componente presentan el 12.81 y el 7.24 %, respectivamente (Tabla 3).

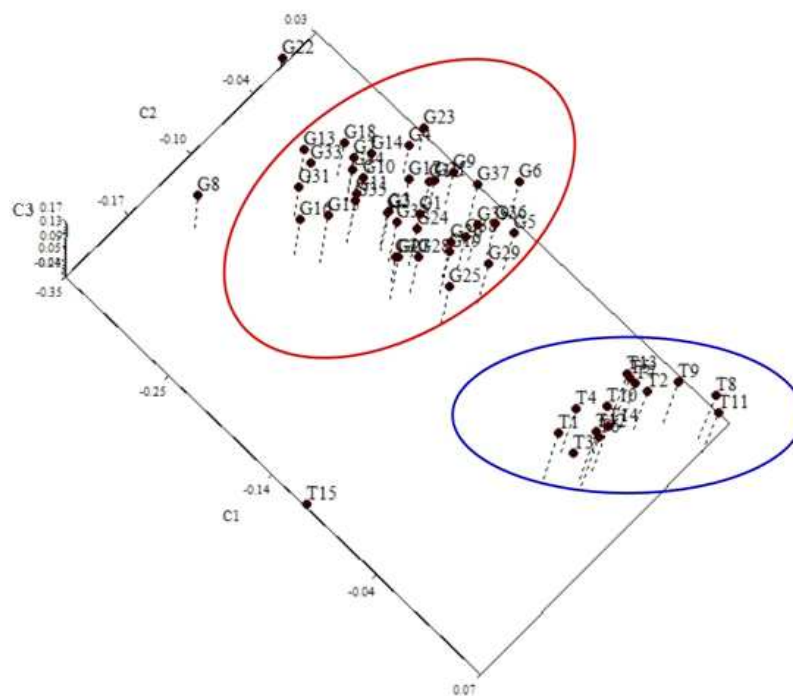
**Tabla 3.** Se muestran los componentes de carga de las 13 variables morfométricas con los tres primeros componentes principales para *C. parallelus* (los caracteres morfométricos marcados en negrita son los que representan aquellas variables con el mayor valor discriminatorio de los tres primeros componentes principales; V.E. es la varianza explicada para cada componente).

<b>Carácter morfométrico</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>
<b>Med2</b>	<b>0.9498</b>	0.1668	0.1087
Med6	-0.5722	0.6111	-0.2474
<b>Med7</b>	<b>-0.7298</b>	0.1708	-0.1130
<b>Med9</b>	<b>0.9458</b>	0.2400	-0.1415
<b>Med13</b>	<b>-0.8171</b>	-0.2660	-0.3017
<b>Med19</b>	<b>0.9858</b>	0.1018	-0.0940
<b>Med20</b>	<b>0.9730</b>	-0.0947	0.0690
<b>Med22</b>	0.1628	<b>-0.8814</b>	0.2929
<b>Med23</b>	<b>0.9846</b>	0.1123	-0.0965
<b>Med25</b>	<b>0.9757</b>	0.0385	-0.1200
<b>Med26</b>	<b>0.9865</b>	0.0957	-0.0924
<b>Med28</b>	-0.2529	0.5237	<b>0.7814</b>
<b>Med31</b>	<b>-0.9318</b>	0.1108	-0.0416
V.E.(%)	69.97	12.81	7.24
V.E.(% acum.)	69.97	82.78	90.01

Del primer componente se tiene que las variables o caracteres morfométricos de peso son las mismas que se presentan en la Tabla 2, a excepción del carácter Med6, como se observa en la Tabla 3. El segundo componente y el tercero están representados por los caracteres Med22, y Med28, respectivamente.

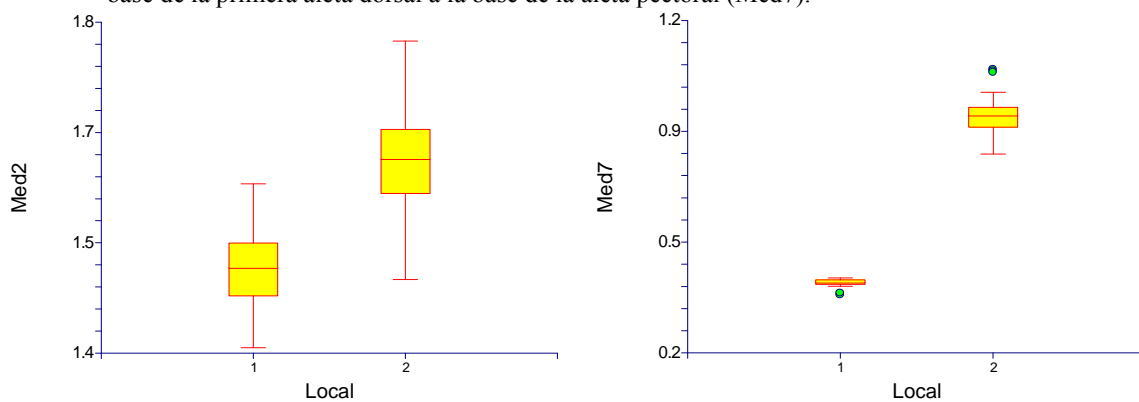
A continuación se muestra la representación gráfica de los CP (Fig. 16), donde se observa el agrupamiento y separación de las dos poblaciones de *C. parallelus*.

**FIGURA 16.** Representación tridimensional del análisis de componentes principales. Se puede observar una marcada separación entre los individuos de ambas poblaciones (T= individuos pertenecientes a la laguna de Tampamachoco; G= individuos que representan a laguna Grande).

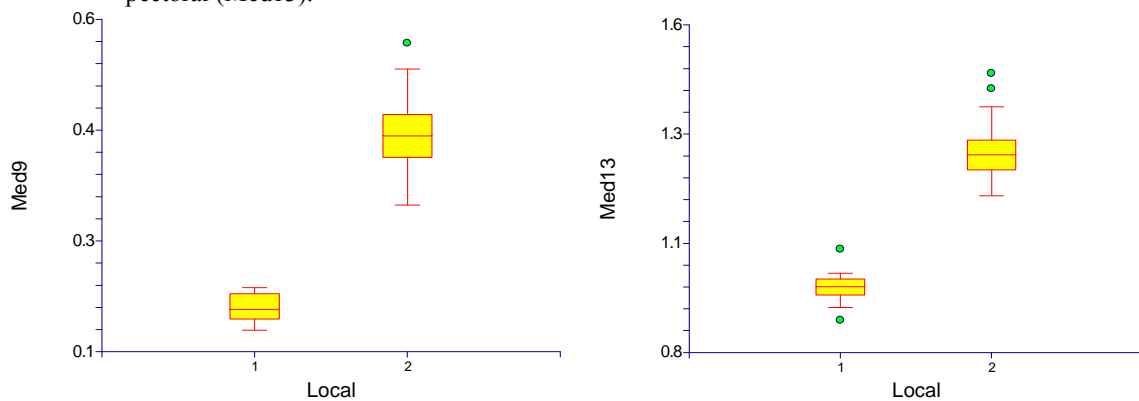


En los siguientes diagramas de caja se muestran sólo las variables morfométricas significativas del primer componente (los números 1 y 2 presentes sobre el eje de las x corresponden a las poblaciones de la laguna Tampamachoco, Tuxpan de Rivera Cano y a laguna Grande, Vega de Alatorre, respectivamente). Debe considerarse que estos registros han sido transformados por un proceso de covarianza donde la longitud cefálica ha sido separada del valor de cada una de las variables morfométricas (= caracteres):

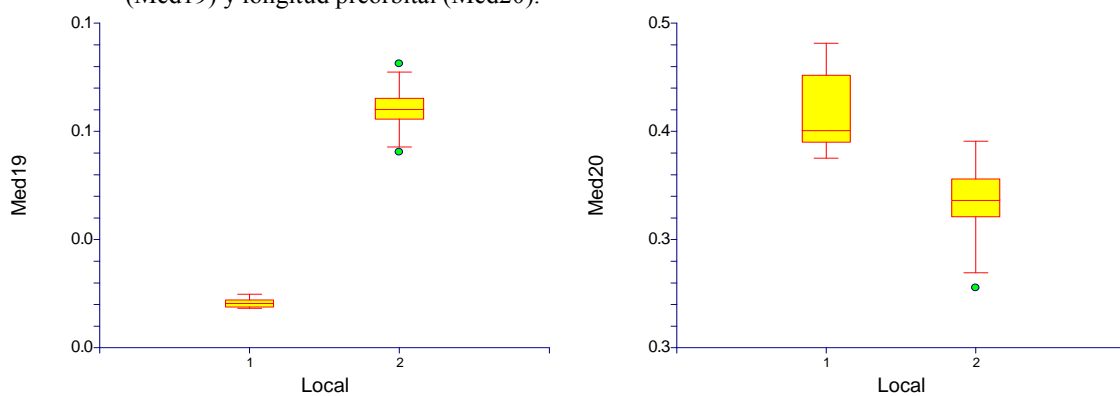
**Figura 17.** Diagramas de caja donde muestran los caracteres morfométricos relacionados a la base de la primera aleta dorsal: distancia de la base de la primera aleta dorsal a la premaxila (Med2) y distancia de la base de la primera aleta dorsal a la base de la aleta pectoral (Med7).



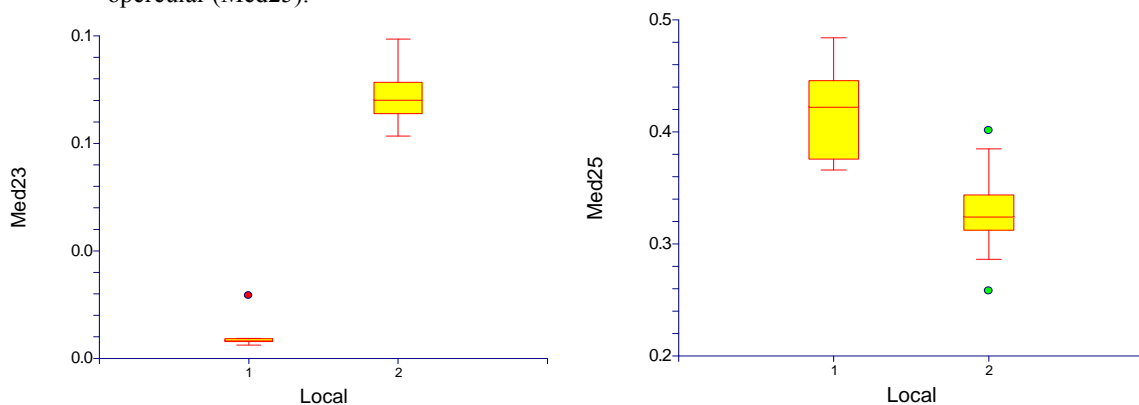
**Figura 18.** Caracteres morfométricos que corresponden a la parte seleccionada del occipital: distancia del occipital al borde superior central del ojo (Med9) y distancia del occipital a la base de la aleta pectoral (Med13).



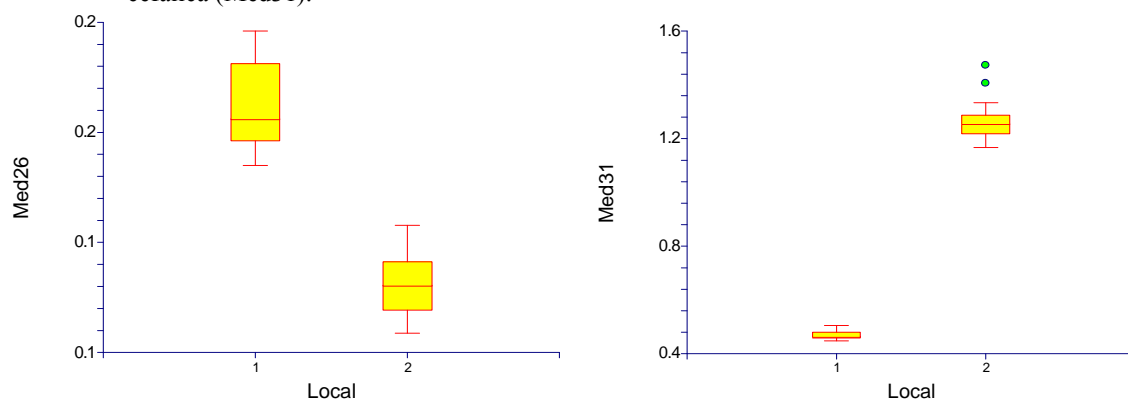
**Figura 19.** Caracteres morfométricos que pertenecen a la región del orbital: ancho de la placa suborbital (Med19) y longitud preorbital (Med20).



**Figura 20.** Diagramas de caja que representan las variables morfométricas de la región preopercular (Med23) y opercular (Med25).

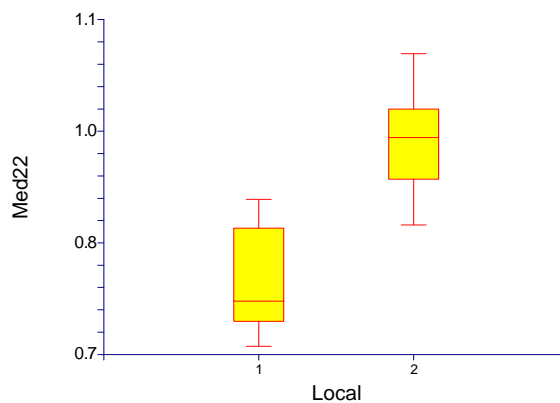


**Figura 21.** Gráficos donde se representan los caracteres morfométricos ancho de la maxila (Med26) y altura cefálica (Med31).



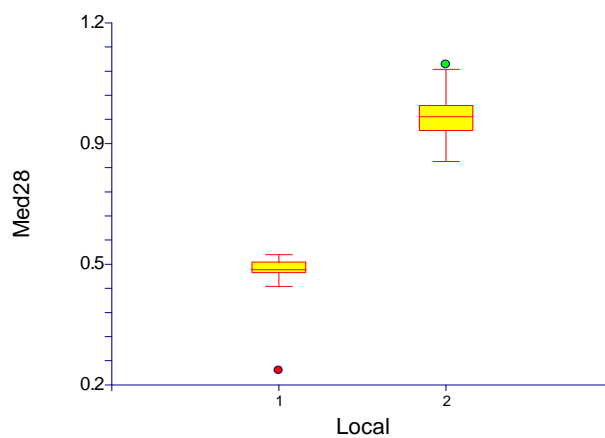
En el siguiente diagrama de caja se muestran los caracteres discriminatorios que arrojó el segundo componente principal

**Figura 22.** Carácter morfométrico correspondiente a la Distancia de la premaxila a la maxila (Med22) de *C. parallelus*.



La mayor variación que se obtuvo del tercer componente principal está representada por la siguiente variable morfométrica.

**Figura 23.** Diagrama donde se muestra la diferencia del carácter morfométrico altura corporal (Med28) entre ambas poblaciones.



Los diagramas de cajas convalidados lo obtenidos por el procedimiento de componentes principales, ya que muestran fehacientemente el grado de diferenciación de los caracteres al contrastar ambas poblaciones.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este trabajo se minimizó la variación causada por el efecto del tamaño eligiendo especímenes dentro de un rango de talla (150-210 mm) para los análisis estadísticos efectuados, ya que es de suma importancia mantener dicho rango entre las poblaciones estudiadas para evitar que las medidas discriminantes cambien por la influencia de individuos juveniles (tallas >150 mm), debido a que los peces manifiestan cambios corporales en su crecimiento relacionado con el hábitat y con la dieta, siendo esto una limitante en el estudio de las relaciones morfológicas entre poblaciones de una misma especie.

De un total de 32 variables morfométricas, se determinó por medio del análisis univariado, que sólo trece caracteres morfométricos son significativos. Nueve mostraron diferencia a  $p(0.05)$  (Tabla 2) y seis caracteres a una  $p(0.01)$  (Tabla 3). Por otro lado, los resultados obtenidos por el análisis multivariado (ACP) señalan sólo doce variables morfométricas y por ende permiten diferenciar morfológicamente en dos grupos a los individuos de *C. parallelus* de ambas poblaciones (Fig. 16). El análisis de componentes principales sugiere una influencia ambiental heterogénea sobre los caracteres cefálicos de los ejemplares. El primer componente (C1) presentó diez variables morfométricas informativas relacionadas con la altura cefálica y boca del individuo entre otras, que explican el 69.97% de la varianza entre los dos grupos, lo cual propone que probablemente la calidad y el tamaño de las presas de las que se alimenta la población, influya en la variación de éstas estructuras morfológicas. Como se observa en los diagramas de caja para los caracteres anchura del suborbital (Med19) y distancia preorbital (Med20); Med19 disminuye y aumenta de manera notable el carácter Med20. También se observa un aumento en el ancho del preopérculo (Med23). Las variaciones morfométricas convalidan la influencia del tipo de alimento que localmente consume en su ámbito particular cada una de las poblaciones. Para el segundo componente (C2) lo rige básicamente un carácter, la distancia de la premaxila a la maxila (Med22), lo cual apoya la observación anterior. Este componente manifiesta un valor de la varianza del 12.81%. Finalmente el tercer componente (C3) contiene el 7.24% de la varianza y está representado significativamente por la altura corporal (Med28), que al parecer y de manera proporcional, estaría dada por el alargamiento de la región cefálica (consecuencia de la cavidad oral).



## DISCUSIÓN

En este caso de estudio se realizó la transformación logarítmica de las medidas originales de los caracteres siguiendo el criterio de Reist (1985), quien maneja la covarianza como procedimiento estadístico para eliminar la influencia de la longitud cefálica sobre las variables morfométricas utilizadas en el análisis de las poblaciones de *C. parallelus*, y al igual que Mamuris *et al.* (1998) considera que la influencia de la variabilidad de un carácter morfométrico es superada por dicha transformación de los datos. Alternativamente y desde el punto de vista genético, la variabilidad morfométrica presentada entre las diferentes poblaciones de *C. parallelus*, concuerda con lo citado por Keeley *et al.* (2007) a que dicha variabilidad puede atribuirse la diferencia en la estructura génica de las dos poblaciones a la respuesta diferencial del fenotipo en un mismo genotipo, ocasionado por las diferentes condiciones ambientales y las interacciones intraespecíficas e interespecíficas particulares a cada comunidad, en este caso de los diversos ambientes lagunar-estuarinos. Dicha plasticidad fenotípica de las poblaciones estuarinas en general concuerda con lo citado por Nussey *et al.* (2007) en el sentido de que la ocurrencia de un fenotipo expresado por un genotipo en particular es alterado como consecuencia de la variabilidad de las condiciones ambientales dentro del gradiente de distribución de las poblaciones de una especie.

La variabilidad intraespecífica entre las poblaciones de la misma especie es verificable para aquellas de *C. parallelus*, ya que según Meléndez (2006) debido a la extensa distribución geográfica (clina), las particularidades ambientales y de interacción biótica parecería un patrón que conduce a las poblaciones de los ambientes estuarinos a formar las denominadas razas geográficas; y como lo menciona Rivas (1986), *C. parallelus* se encuentra en gradientes latitudinales o áreas de distribución diferenciales. Ello refiriéndose a la calidad ambiental y de ensamblado ictiofaunístico de cada una de las lagunas estuarinas. En un estudio enfocado a poblaciones de *Leiopotherapon plumbeus* de las costas de Filipinas, Quilang *et al.* (2007) encontró 26 variables morfométricas discriminatorias, cuya diferenciación puede ser inducida por los factores bióticos y abióticos de cada sistema lagunar-estuarino que pueden influir en etapas tempranas del desarrollo de los individuos (es decir, durante el estadio embrionario y larvario del pez) (Swain y Foote, 1999). De igual manera, *Eleginops maclovinus* cuyas poblaciones pertenecen a los ensamblados de las comunidades de peces de los sistemas

estuarinos de las costas de Chile, se analizó la variabilidad morfométrica por Gacitúa *et al.*, (2008) determinando alrededor de 17 caracteres morfométricos que influyen en la formación de grupos discretos entre dos de sus poblaciones; atribuyendo dicha variabilidad más al cambio de talla en longitud total de los especímenes. Complementariamente al factor de longitud total, Humphries *et al.* (1981) cita en una disertación acerca del análisis multivariado y específicamente en el análisis de discriminantes, que la longitud total es un factor que influye notablemente en la diferenciación morfológica, cuestión que no se pone en duda. Más sin embargo por los resultados obtenidos en las poblaciones de *C. parallelus* se puede mencionar que otro factor que también afecta la variabilidad sería la calidad y tamaño del alimento a través de la ontogenia de las poblaciones.

Una consideración importante para hacer la comparación morfométrica y que es citada por Meyer (1987) es el que los peces manifiestan cambios corporales en su crecimiento relacionado con el hábitat y con la dieta a lo largo de su ontogenia, por lo que para evitar desviaciones derivadas de las tallas, se eligió un intervalo que mantuviera lo más similar posible las relaciones morfológicas entre las poblaciones (Soria-Barreto *et al.*, 2011). Por otro lado, la diferenciación morfológica encontrada entre las dos poblaciones de robalo gordo es resultado de la variabilidad genética que es producto de la selección natural que actúa durante largos períodos de aislamiento geográfico (Howard, 1954; Hubbs, 1922, 1925; McHugh, 1954). Las especies de gran extensión geográfica, como es el caso de *C. parallelus* cuyas poblaciones abarcan la zona intertropical del océano Atlántico, se desarrollarán casi siempre como poblaciones localmente adaptadas (designadas como ecotipos) y pueden poseer grados óptimos y límites de tolerancia adaptados a las condiciones del lugar (Odum, 1973). En un estudio realizado en poblaciones de *Centropomus undecimalis* de las costas del Golfo de México y del Mar Caribe por Tringali y Bert (1996), indicaron la formación de al menos dos subpoblaciones de la misma especie y dichas diferencias están dadas por una evidente base genética y no por variación fenotípica, por lo que da lugar a ecotipos. Sin embargo, Prodocimo *et al.* (2008) encontró, en un análisis de secuenciación del ADNmt aplicado a poblaciones de chucumite de las costas brasileñas, que no existe evidencia de diferenciación genética entre las poblaciones, lo que sugiere la existencia de un alto flujo génico entre poblaciones. Este autor atribuye la no diferencia genética a las condiciones particulares, tales como las corrientes asociadas al Golfo de México que pueden provocar tal patrón génico. No

obstante, plantea una posible diferenciación presente en otra área a lo largo de su distribución geográfica provocada por la interacción que las poblaciones mantengan con los factores bióticos y abióticos, por lo tanto, esto puede limitar dicha distribución de los centropómidos ya que *C. parallelus* está vinculado fuertemente a los cuerpos de agua salobre, como son los estuarios y lagunas costeras.

Las relaciones interespecíficas con poblaciones de especies diferentes también pueden dar como resultado la marcada disimilitud morfológica, como se encontró en poblaciones de *Mugil curema* del Pacífico y del Atlántico (Ibáñez-Aguirre *et al.* 2006) cuyos individuos del Golfo de México son de mayor talla y más anchos y el principal carácter discriminatorio es el diámetro del ojo, por lo que esta diferencia es atribuida a la posibilidad de recombinación con otras poblaciones de especies durante su reproducción (Anderson, 1957; Moore, 1974) lo que origina que dicha variabilidad en la forma de la población del Atlántico sea más grande. En el caso de las poblaciones de *C. parallelus*, la variación en el diámetro del ojo no fue una variable morfométrica significativa. Sólo ha sido reportado por Ibáñez-Aguirre *et al.* (2006) que la interacción en la sincronización reproductiva con otras poblaciones de otras especies provoca una marcada variabilidad sobre el diámetro del ojo en *Mugil curema*. Sin embargo, no me atrevo a asegurar que la poca diferenciación de este carácter en las poblaciones de chucumite sea por interacciones reproductivas, sino por las condiciones del medio.

Los caracteres morfométricos diferenciables pueden estar altamente influenciados, como ya se había mencionado anteriormente, durante el crecimiento del individuo por cambios en los factores abióticos, como pudieran ser la temperatura y la salinidad presentes en ambas lagunas (Barlow, 1961; Holliday, 1988) dando como resultado la formación de ecofenotipos (Mayr, 1963). Por los resultados arrojados en el análisis de las poblaciones de *C. parallelus* se puede concluir que las diferencias morfológicas encontradas indicarían la manifestación de plasticidad fenotípica, por lo que se estarían observando dos ecofenotipos como consecuencia de las interacciones intra e interespecíficas y por las condiciones de cada una de las zonas estuarinas que marcan dicha variabilidad.

## CONCLUSIONES

- Derivado del análisis morfométrico univariado aplicado a ambas poblaciones de *C. parallelus* se determinó del total de caracteres morfométricos cefálicos (32), trece de ellos resultaron significativos ( $p>0.05$ ), por lo que se infiere que discriminan o diferencian a los individuos de ambas poblaciones.
- En cuanto al análisis de componentes principales, doce variables morfométricas cefálicas resultaron informativas. En consecuencia, los especímenes de las dos poblaciones estudiadas quedan evidentemente separadas. Los caracteres de importancia son los mismos que resultaron en el análisis univariado, a excepción de aquél denominado distancia de la base de la primera aleta dorsal a la base de la aleta pectoral (Med6).
- Los caracteres más informativos para la diferenciación entre las dos poblaciones de *C. parallelus* son los siguientes: distancia de la base de la primera aleta dorsal al occipital; distancia de la base de la primera aleta dorsal a la base de la aleta pectoral; distancia de la base de la primera aleta dorsal a la base de la aleta pélvica; distancia del occipital al borde superior central del ojo; distancia del occipital a la base de la aleta pélvica; ancho de la placa suborbital; longitud preorbital; distancia de la premaxila a la maxila; ancho del preopérculo; distancia de la base de la membrana del opérculo a la base de la aleta pectoral; ancho de la maxila; altura corporal; y altura cefálica. Finalmente, estos caracteres nos ayudaron a establecer la diferencia morfométrica entre las poblaciones. Desde el punto de vista de la taxonomía fenética, por medio de éstos caracteres hemos podido diferenciar a los especímenes de las dos poblaciones de chucumite con una mayor confianza.

Los análisis cuantitativos de variación morfológica intra e interespecífica son sólo una de las aproximaciones utilizadas en estudios de biología evolutiva y sistemática. Otros análisis incluyen estudios de la variación genética y de historia demográfica de la especie (Prodocimo et al., 2008). Se sugiere se realicen este último tipo de estudios que permitan detectar diferencias genéticas entre estos dos grupos geográficos para ayudar a construir un conocimiento básico más sólido sobre las poblaciones de *C. parallelus* en los sistemas costeros estuarinos de nuestro país.

Se recomienda el uso de estudios morfométricos aplicando técnicas de análisis multivariado en trabajos de estructura poblacional, como el Análisis Discriminante, entre otros, para validar las variables descritas en este estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Meek, E.S.** (1902-1904). The fresh-water fishes of Mexico north of the Isthmus of Tehuantepec. *Fiel. Colum. Mus. Zool. Ser.* 5: 1-252.
- Poey, F.** (1875). Enumeration Piscium Cubensium. *Anal. Soc. Espanola Hist. Nat.* 4: 1-87.
- Hubbs, C.L.** (1922). Variations in the number of vertebrae and other meristic characters of fishes correlated with the temperature of water during development. *The American Naturalist.* 56: 359-372.
- Hubbs, C.L.** (1925). Racial and seasonal variation in the Pacific herring, California sardine and California anchovy. *Fish Bulletin.* 8: 1-23.
- Howell-Rivero, L.** (1938). List of fishes, types of Poey, in the Museum of Comparative Zoology. *Bull. Mus. Comp. Zool.* 82 (3): 170-227.
- McHugh, J.L.** (1954). Geographic variation in the Pacific herring. *Copeia.* 1954: 139-150.
- Howard, G.V.** (1954). An estudy of populations of anchoveta *Cetengraulis mysticetus*, based on meristic characters. *Inter-American, Tuna Tropical Commission Bulletin.* 1(1): 1-24.
- Anderson, W.W.** (1957). Early development, spawning, growth, and occurrence of the silver mullet (*Mugil curema*) along the south Atlantic coast of the United State. *Fish. B-NOAA.* 57: 394-414.
- Barlow.** (1961). Causes and significances of morphological variations in fishes. *Systematic Zoology.* 10: 105-107.
- Chávez, H.** (1961). Estudio de una nueva especie de robalo del Golfo de México y redescipción de *Centropomus undecimalis* (Bloch) (Pisces: Centropomidae). *Ciencia.* 21: 75-83.
- Rivas, L.R.** (1962). The Florida fishes of the genus *Centropomus*, commonly known as snook. *Quarterly Journal of the Florida Academy of Science. Ichthyological Laboratory and Museum, Departament of Zoology, University of Miami. Contribution n. 42. Florida: Florida Academy of Sciences.* 25(1): 53-64.
- Chávez, H.** (1963). Contribución al conocimiento de la biología de los robalos, chucumite y constantino (*Centropomus* spp.) del estado de Veracruz (Pisc.; Centrop.). *Ciencia* 22 (5): 141-161.
- Mayr, E.** (1963). *Animal species and evolution.* Cambridge, Massachusetts, Bellkanp Press of Harvard University Press. p. 797.
- Greenwood, P.H.,** D.E. Rosen, S.H. Weitzman y G.S. Myers. (1966). Phyletic studies of teleostean fishes, with a provisional classification of living forms. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 131: 339-455.
- Randall, J.E.** (1968). *Caribbean reef fishes.* Nueva Jersey. TFH Publ., 318 p.
- Chirichigno, N.** (1969). Lista sistemática de los peces marinos comunes para Ecuador, Perú y Chile. *Conf. Exp. Conserv. Riquezas Marit. Pacif. Sur., Secr. Gral., Lima, Perú,* 108 p.
- Chávez, E.A.** (1972). Notas acerca de la ictiofauna del estuario del río de Tuxpan y sus relaciones con la temperatura y la salinidad. *Mem. IV Congr. Nac. Ocean. (México):* 177-199.
- García, E.** (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Segunda edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 262 p.
- Odum, E.P.** (1973). *Ecología.* Interamericana. 574 p.
- Moore, R.H.** (1974). General ecology, distribution and relative abundance of *Mugil cephalus* and *Mugil curema* on the south Texas coast. *Contr. Mar. Sci.* 18:241-245.

- Johnson, G.D.** (1975). The procurent spur: an undescribed perciform caudal character and its phylogenetic implications. *Occ. Pap. Calif. Acad. Sci.* 121-123.
- Mc Coster, J.E. y C.E. Dawson** (1975). Biotic Passage through the Panama Canal, with particular reference to fishes. *Marine. Biol.* 30: 343-351.
- Thorpe, R.S.** (1976). Biometric analysis of geographic variation and racial affinities. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society.* 51: 407-452.
- Greenwood, P.H.** (1976).. A review of family Centropomidae (Pisces, Perciformes). *Bull. British Mus. Nat. Hist. Zool.* 29(1): 1-18.
- Greenwood, P.H.** (1977). A review of family Centropomidae (Pisces, Perciformes): an appendix. *Ibid.* 31(6): 297-301.
- Lankford, R.R.** (1977). Coastal lagoons of Mexico. Their origin and clasification. In: M. Willey (ed.), *Estuarine processes*: Nueva York: Academic Press, 182-215.
- Castro-Aguirre, J.L.** (1978). Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos. *Depto. Pesca, Méx., Ser. Cientif.* 19: xi+298 p.
- Wild, A.R. y O.T. Ahtola.** (1978). *Analysis of covariance.* Sage Publications. Beverly Hills, California. 93 p.
- Wayne, D.W.** (1980). *Bioestadística: Base para el análisis de las Ciencias de la Salud.* Primera edición. Limusa, México. 490 p.
- Kendall, M.G.** (1980). *Multivariate analysis.* Griffin, Londres, 2a edición, 210 p.
- Humphries, J.M., F. Bookstein, B. Chernoff, G. Smith, R. Elder, S. Ross.** (1981). Multivariate discrimination by shape in relation to size. *Systematic Zoology* 30(3): 291-308.
- Ihsen, P.E., H.E. Brooke, J.M. Casselman, J.M. McGlade, N.R. Payne, F.M. Utter.** (1981). Stock identification: materials and methods. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38: 1838-1855.
- Castro-Aguirre, J.L.** (1982). Los peces de las lagunas Oriental y Occidental, Oaxaca, México y sus relaciones con la temperatura y salinidad: II. Análisis multifactorial. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol., Méx.* 26: 85-100.
- Congdon, J.D., A.E. Dunham, D.W. Tinkle.** (1982). Energy budgets and life histories of reptiles. In: Gans C, Pough FH, eds. *Biology of the Reptilia*, Vol. 13, pp. 233–271. San Diego, CA: Academic Press.
- Strauss, R.E. y F.L. Bookstein.** (1982). The Truss: Body Form Reconstruction in Morphometrics. *Systematic Zoology* 31(2): 113-135.
- Villa, J.** (1982). Peces nicaragüenses de agua dulce. *Colección Cultural. Banco de América, Ser. Geog. y Naturaleza* (3): 1-253.
- Crisci, J.V. y M.F. López-Armengol.** (1983). *Introducción a la Teoría y Práctica de la Taxonomía Numérica.* Serie de Biología, monografía no. 26. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C. 132 p.
- Potts, G.W. y R.J. Wootton,** eds. (1984). *Fish reproduction: strategies and tactics.* London: Academic Press.
- Beacham, T.D.** (1985). Meristic and morphometric variation in pink salmon (*Oncorhynchus gorbusha*) in southern British Columbia and Puget Sound. *Canadian Journal of Zoology.* 63: 366-372.
- Daly, H.V.** (1985). Insect morphometrics. *Ann. Rev. Entomol.* 30: 415-438.
- Reist, J.** (1985). An empirical evaluation of several univariate methods that adjust for size variation in morphometric data. *Canadian Journal of Zoology.* 63: 1429–1439.
- Cailliet, G.M., M.S. Love, A.W. Ebeling.** (1986). *Fishes a field and laboratory manual on their structure, identification and natural history.* Woodwoth Publishing Company. Belmont, Calif. 350 p.

- MacCrimmon, H. y R. Claytor**, (1986). Possible use taxonomic characters to identify Newfoundland and Scottish stocks of Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture and Fisheries Management*. 17: 229-240.
- Pla, L.E.** (1986). Análisis Multivariado: Método de Componentes Principales. Serie de Matemática, monografía no. 27. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C. 94 p.
- Rivas, L.R.** (1986). Systematic review of the perciform fishes of the genus *Centropomus*. *Copeia*. 579-611.
- Robins, C.R. y G.C. Ray**. (1986). A field guide to Atlantic coast fishes of North America. Houghton Mifflin Company, Boston, U.S.A. 354 p.
- Surre, C., H. Persat, J.M. Gaillard**. (1986). A biometric study of three populations of the European grayling, *Thymallus thymallus* (L.) from the French Jura Mountains. *Can. J. Zool.* 64: 2430-2438.
- Cawdery, S.H. y A. Ferguson**, (1987). Origins and differentiation of three sympatric species of trout (*Salmo trutta* L.) in Lough Melvin, Ireland. *Polskie Archiwum Hydrobiologii*. 35: 267-277.
- Meyer, A.** (1987). Phenotypic plasticity and heterochrony in *Cichlasoma managuense* (Pisces, Cichlidae) and their implications for speciation in cichlid fishes. *Evolution* 41: 1357-1369.
- Thorpe, R.S.** (1987). Geographic variation: a synthesis of cause, data pattern and congruence in relation of to subspecies, multivariate analysis and phylogenies. *Bollettino di Zoologia*. 54: 3-11.
- Holliday, F.G.T.** (1988). The effects of salinity on the eggs and larvae of teleosteos, p. 239-311. En: W.S. Hoar y D.J. Randall. *The physiology of developing fish*. Vol. I. New York, Academic Press. 465 p.
- Dunham, A.E., B.W. Grant, K.L. Overall**, (1989). Interfaces between biophysical and physiological ecology and the population ecology of terrestrial vertebrate ectotherms. *Physiol Zool* 62: 335-355.
- Roberts, T.R.** (1989). The freshwater fishes of western Borneo (Kalimantan Barat, Indonesia). *Mem. Calif. Acad. Sci.* 14: 210 p.
- Hedgecock, D., E.S. Hutchinson, G. Li, F.L. Sly, K. Nelson**. (1989). Genetic and morphometric variation in the Pacific sardine, *Sardinops sagax caerulea*: comparisons and contrasts with historical data and with variability in the Northern anchovy, *Engraulis mordax*. *Fish. Bull.* 87: 653-671.
- Karakousis, Y., C. Triantaphyllidis, y P. Economidis**. (1991). Morphological variability among seven Greek populations of brown trout (*Salmo trutta*). *Journal of Fish Biology*. 38: 807-817.
- Schaefer, S.A.** (1991). Morphometric investigations in cyprinid biology. En: I.J. Winfield y S.J. Nelson (eds). 1991. 52-58. *Cyprinid Fishes. Systematics, biology and exploitation*. Chapman & Hall. 667 p.
- George-Nascimento M y H. Arancibia**. (1992). Stocks ecológicos del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi* Nichols) en tres zonas de pesca frente a Chile, detectados mediante comparación de su fauna parasitaria y morfometría. *Revista Chilena de Historia Natural* 65: 453-470.
- Cervigón, F., R. Cipriani, W. Fischer, L. Garibaldi, M. Hendrickx, A.J. Lemus, R. Márquez, J.M. Poutiers, G. Robaina y B. Rodríguez**. (1992). Fichas FAO de identificación de especies para los fines de la pesca. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional del Sur de América. FAO, Roma. Preparado con el financiamiento de la Comisión de Comunidades Europeas y de NORAD. 513 p.
- Melvin, G.D., M.J. Dadswell, J.A. McKensie**. (1992). Usefulness of meristic and morphometric characters in discriminating populations of American shad (*Alosa sapidissima*) (Osteichthyes: Clupeidae) inhabiting a marine environment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49: 266-280.
- Stearns, S.C.** (1992). *The evolution of life histories*. Oxford: Oxford University Press.
- Winemiller, K.O. y K.A. Rose**. (1992). Patterns of life-history diversification in North American fishes: implications for population regulation. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 49: 2196-2218.



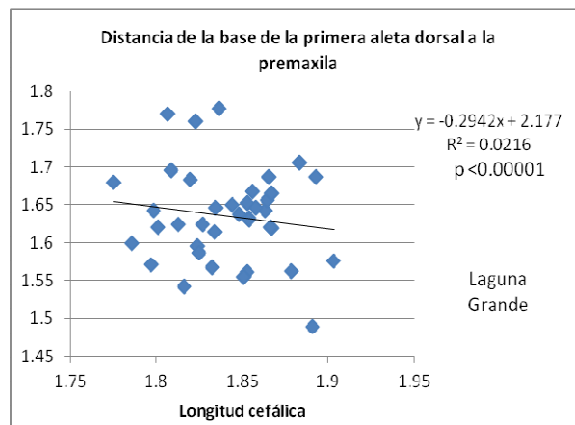
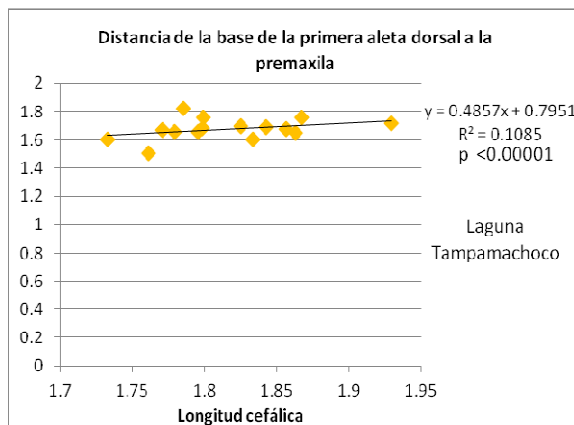
- Lozano-Vilano, M.L.**, M.E. García-Ramírez y S. Contreras-Balderas (1993). Peces costeros y marinos del estado de Veracruz. In: S.I. Salazar Vallejo y N.E. González (eds.), Biodiversidad costera y marina de México. México. CONABIO/CIQRO. 576-595 p.
- Karakousis, Y.**, C. Peios, P.S. Economidis y C. Triantaphyllidis. (1993). Multivariate analysis of the morphological variability among *Barbus peloponnesius* (Cyprinidae) populations from Greece and two populations of *B. meridionalis meridionalis* and *B. meridionalis petenyi*. *Cybiurn*. 17: 229-240.
- Roberts, T.R.** (1993). Comparative morphology of spined scales and their phylogenetic significance in the Teleostei. *Bull. Mar. Sci.* 52(1): 60-113.
- Nelson, J.S.** (1994). *Fishes of the world*. 3ª ed. New York : John Wiley & Sons. 600 p.
- Nelson, K.**, E.S. Hutchinson, L. Gang, F.L. Sly y D. Hedgecock. (1994). Variation in life history and morphology in northern anchovies *Engraulis mordax*. *CalCOFI Reports*. 35: 108-120.
- Muhlía-Melo, A.F.**, J. Arvizu-Martínez., J. Rodríguez-Romero., D. Guerrero-Tortoledo., F.J. Gutiérrez-Sánchez., y A. Muhlía-Almazan. (1995). Sinopsis de información biológica, pesquera y acuacultural acerca de los robalos del género *Centropomus* en México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC, México. 1-51 p.
- Cortés N, C.** Oyarzún y R Galleguillos. (1996). Diferenciación poblacional en sardina común, *Strangomera bentincki* (Norman, 1936). II: Análisis multivariado de la morfometría y merística. *Revista de Biología Marina* 31(2): 91-105.
- Tringali, M.D. y T.M. Bert.** (1996). The genetic stock structure of common snook (*Centropomus undecimalis*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 53: 974-984.
- Hernández, Sampieri R.**, C.C. Fernández, P.B. Lucio. (1997). *Metodología de la investigación*. Mcgraw-Hill, México. 450 p.
- Oyarzún, C.** (1997). Análisis de la diferenciación poblacional: el caso de *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848) de la costa de Chile. Tesis de Doctorado en Ciencias con Mención en Zoología, Universidad de Concepción, Concepción, 93 p.
- Bussing, W.A.** (1998). Peces de las aguas continentales de Costa Rica [Freshwater fishes of Costa Rica]. 2<sup>nd</sup> ed. San José Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica. 468 p.
- Hernández, A., A. Sepulveda, y L. Miranda.** (1998). Morfometría y merística del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) a lo largo de Chile. En: Arcos D (ed). *Biología y Ecología del Jurel en Aguas Chilenas*, p. 47-63. Instituto de Investigación Pesquera, Talcahuano.
- Labropoulou, M.**, y G. Markakis. (1998). Morphological-dietary relationships within two assemblages of marine demersal fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 51: 309-319.
- Mamuris, Z.**, A.P. Apostolidis, P. Panagiotaki, A.J. Theodorus y C. Triantaphyllidis. (1998). Morphological variation between red mullet populations in Greece. *Journal of Fish Biology* 52: 107-117.
- Matthews, W.J.** (1998). *Patterns in freshwater fish ecology*. New York: Chapman & Hall.
- Debowski, P.**, S. Robak, y S. Dobosz. (1999). Estimation of smoltification of hatchery-reared sea trout (*Salmo trutta morpha trutta* L.) based on body morphology. *Archives of Polish Fisheries*, 7(2): 257-266.
- Hard, J.J.**, G.A. Winans, y J.C. Richardson. (1999). Phenotypic and genetic architecture of juvenile morphometry in chinook salmon. *The Journal of Heredity*. 90(6): 597-606.
- Swain, D. y C.J. Foote.** (1999). Stocks and chamaleons: the use of phenotypic variation in stock identification. *Fish. Res.* 43: 113-128.
- Tringali, M.D.**, T.M. Bert., S. Seyoum., E. Birgminham., D. Bartolacci. (1999). Molecular Phylogenetics and Ecological Diversification of the Transisthmian Fish Genus *Centropomus* (Perciformes: Centropomidae). *Mol. Phylogenet. Evol.* 13(1): 193-207.
- Zar, Jerrold H.** (1999). *Biostatistical analysis*. 5ª ed. Pearson Education. New Jersey, USA, 944 p.

- IGFA.** (2001). Database of IGFA angling records until 2001. IGFA, Fort Lauderdale, USA.
- Pigliucci, M.** (2001) Phenotypic plasticity. John Hopkins University Press, Baltimore.
- Álvarez-Lajonchère, L.,** V. Ronzani-Cerqueira, M. dos Reis. (2002). Desarrollo embrionario y primeros estudios larvales del robalo chucumite, *Centropomus parallelus* Poey (Pisces: Centropomidae) con interés para su cultivo. Hidrobiológica. 12(2): 89-100.
- Castro-Aguirre, J.L.,** H. Espinoza-Pérez., J.J. Schmitter-Soto. (2002). Lista sistemática, biogeográfica y ecológica de la ictiofauna estuarino lagunar y vicaria de México. In: Lozano-Vilano, M. L. (Ed.). Libro Jubilar en Honor al Dr. Salvador Contreras Balderas., Universidad Autónoma de Nuevo León: 117-142.
- FAO.** (2002). Species identification guide for fishery purposes the living marine resources of the Western Central Atlantic: Volume 2 Bony fishes part 1.
- Meléndez, R.C.** (2002). Morfometría y merística de *Apodactylus punctatus* Valenciennes 1832 (PISCES: APLODACTYLIDAE) provenientes de la zona entre Iquique (20°13'S) y Concepción (36°47'S), Chile. Gayana 66(2): 207-212.
- Palma, J. y Andrade, J. P.** (2002). Morphological study of *Diplodus sargus*, *Diplodus puntazzo*, and *Lithognathus mormyrus* (Sparidae) in the Eastern Atlantic and Mediterranean Sea. Fisheries Research. 57: 1-8.
- Pineda-Santis, H.,** L.F Restrepo, M. Olivera Ángel (2002). Comparación morfológica entre machos y hembras de cachama negra (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818) mantenidas en estanque. Revista Colombiana de Ciencia Pesquera 17: Suplemento 2004, 24-29.
- Álvarez-Ramírez, I.M.** (2003). Análisis comparativo de la morfometría de la anchoveta norteña (*Engraulis mordax* Girard 1856. CLUPEIFORMES: ENGRAULIDIDAE) de la costa occidental de Baja California y del Golfo de California. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Baja California Sur, La Paz, México. 101 p.
- Orrell, T.M.,** K.E. Carpenter. (ed.). (2003). Centropomidae (Snooks). FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication, no. 5: The living marine resources of the Western Central Atlantic, vol. 2: Bony fishes, part 1 (Acipenseridae to ). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 1286-1293.
- Trapani, J.** (2003). Morphological variability in the Cuatro Ciénegas cichlid, *Cichlasoma minckleyi*. J. Fish. Biol. 62: 279-298.
- Álvarez-Lajonchère, L.,** V. Ronzani-Cerqueira, I. Diniz-Silva, J. Araujo, M. dos Reis. (2004). First basis for a sustained juvenile production technology of fat snook *Centropomus parallelus* Poey. Hidrobiológica. 14: 37-45.
- Riede, K.** (2004). Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p.
- Laikre, L.,** S. Palm, N. Ryman. (2005). Genetic population structure of fishes: implications for coastal zone management. Abio. 34: 111-119.
- Mertens, D.** (2005). Research and evaluation in education and psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative and mixed methods. Thousand Oaks: Sage.
- Alves, T.T.,** V.R. Cerqueira, J.A. Brown. (2006). Early weaning of fat snook (*Centropomus parallelus* Poey 1864) larvae. Aquaculture. 253: 334-342.
- Ibáñez-Aguirre, A.L.,** E. Cabral-Solís, M. Gallardo-Cabello, E. Espino-Barr (2006). Comparative morphometrics of two populations of *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae) on the Atlantic and Mexican Pacific coasts. Sci. Mar. 70(1): 139-145.
- Dean, M.N.,** D.R. Huber y H.A. Nance. (2006). Functional morphology of jaw trabeculation in the lesser electric ray *Narcine brasiliensis*, with comments on the evolution of structural support in the Batoidea. Journal of Morphology. 267(10): 1137-1146.

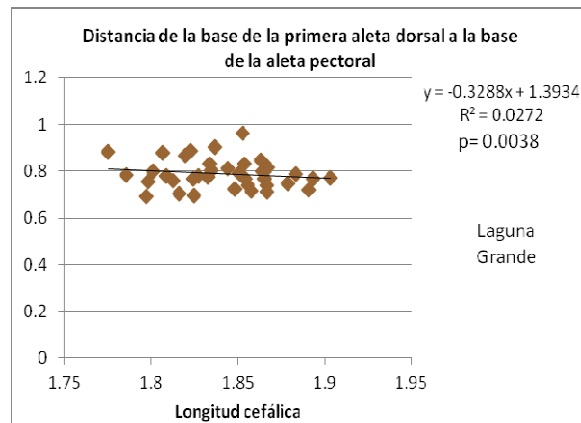
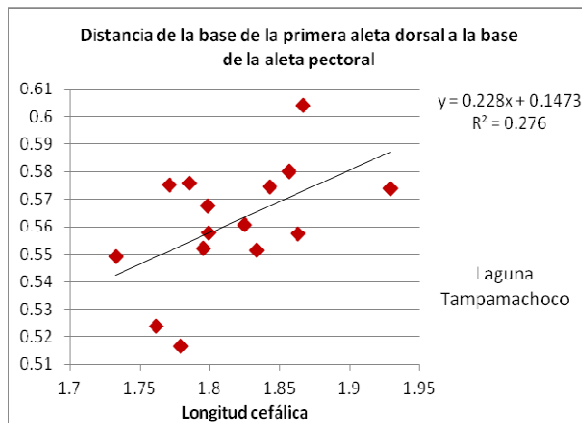
- Lemos, D., B. Netto, A. Germano.** (2006). Energy budget of juvenile fat snook *Centropomus parallelus* fed live food. *Comparative Biochemistry and Physiology A*. 144: 33-40.
- Levit, G.S., U. Hossfeld, L. Olsson.** (2006) From the Modern Synthesis to Ciybernetics: Ivanovich Schmalhausen (1884-1963) and his Research Program for a Synthesis of Evolutionary and Development Biology. *Journal of Experimental Zoology (Mol. Dev. Evol.)* 306B: 89-106
- Nelson, J.** (2006). *Fishes of the world*. 4<sup>th</sup>. Edition, John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey. 601 p.
- Zarza-Meza, E., J.M. Berruecos-Villalobos, C. Vásquez-Peláez, P. Álvarez-Torres.** (2006). Cultivo experimental de robalo *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) y chucumite *Centropomus parallelus* (Poey, 1860) (Perciformes: Centropomidae) en agua dulce en un estanque de concreto en Alvarado, Veracruz, México. *Veterinaria México*. 37: 327-333.
- Bronte, C.R. y Moore, S.A.** (2007). Morphological Variation of Siscowet Lake Trout in Lake Superior. *Transactions of the American Fisheries Societ.* 136: 509–517.
- Nussey, D.H., A.J. Wilson, J.E. Brommer.** (2007). The evolutionary ecology of individual phenotypic plasticity in wild populations. *European Society for Evolutionary Biology*. 20: 831-834.
- Quilang, J.P., Z.U. Basiao, R.C. Pagulayan, R.R. Roderos, E.B. Barrios.** (2007). Meristic and morphometric variation in the silver perch *Leiopotherapon plumbeus* (Kner 1864) from three lakes in the Philippines. *J. Appl. Ichtyol.* 23: 561-567.
- Shao, Y., J. Wang, Y. Qiao, Y. He, W. Cao.** (2007). Morphological variability between wild populations and inbred stocks of a Chinese minnow, *Gobiocypris rarus*. *Zoolog Sci.* 24(11): 1094–102.
- Gacitúa, S., C. Oyarzún, R. Veas.** (2008). Análisis multivariado de la morfometría y merística del robalo *Eleginops maclovinus* (Cuvier 1830). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 43(3): 491-500.
- Prodocimo, V., M.K. Tscha, M.R. Pie, J.F. Oliveira-Neto, A. Ostrensky, W.A. Boeger.** (2008). Lack of genetic differentiation in the fat snook *Centropomus parallelus* (TELEOSTEI: CENTROPOMIDAE) along the Brazilian coast. *Journal of Fish Biology* 73: 2075-2082.
- Bagherian, A. y H. Rahmani.** (2009). Morphological discrimination between two populations of shemaya, *Chalcalburnus chalcoides* (Actinopterygii, CYPRINIDAE) using a truss network. *Animal Biodiversity and Conservation* 32(1): 1-8.
- Helfman, G.S., B.B. Colette, D.E. Facey, B.W. Bowen.** (2009). *The diversity of fishes: Biology, Evolution and Ecology*. 2a ed. Wiley-Blackwell, Oxford, USA. 720p.
- Soria-Barreto, M., R. Rodiles-Hernández, A.A. González-Díaz.** (2011). Morfometría de las especies de *Vieja* (Cichlidae) en ríos de la cuenca del Usumacinta, Chiapas, México. *Rev. Méx. Biodiv.* 82: 569-579.

## APÉNDICE

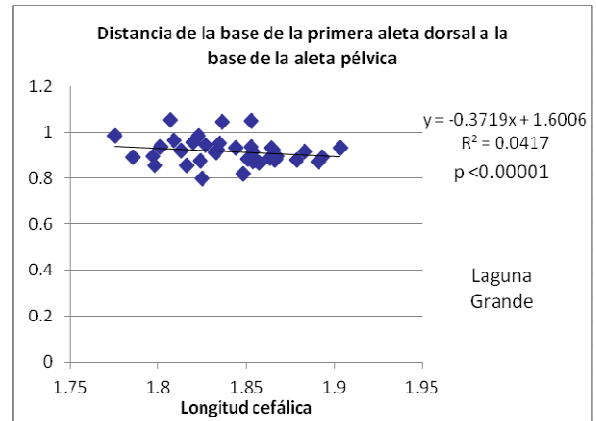
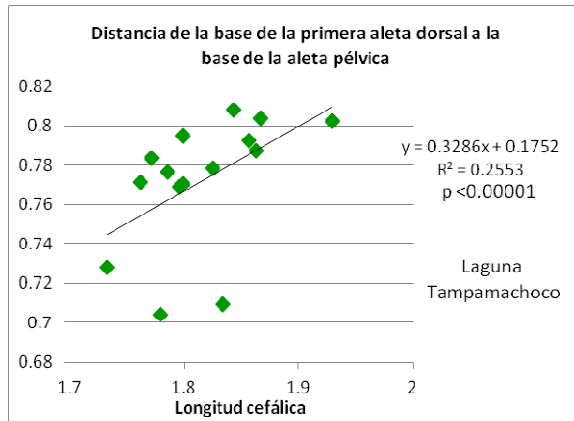
Med2= Distancia de la base de la primera base de la aleta dorsal a la premaxila.



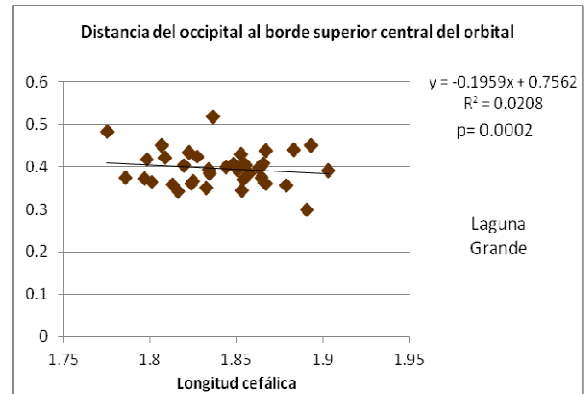
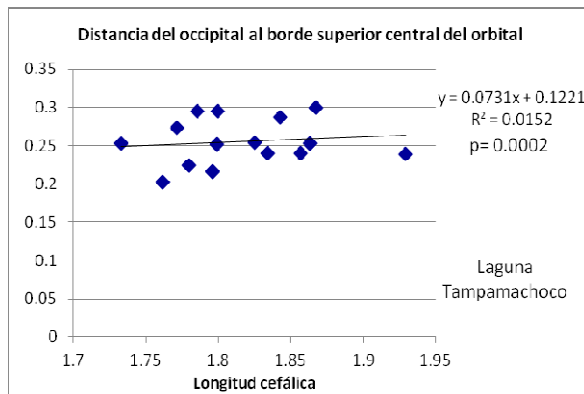
Med6= Distancia de la base de la primera aleta dorsal a la base de la aleta pectoral.



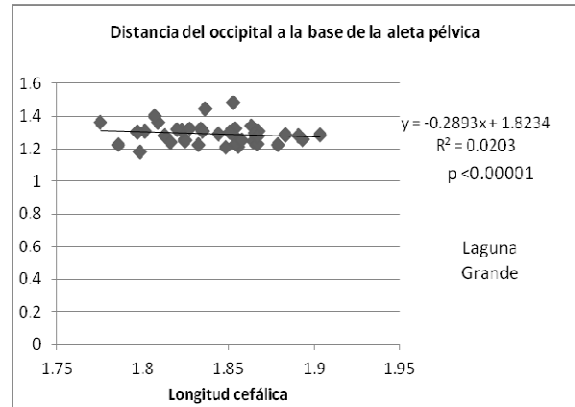
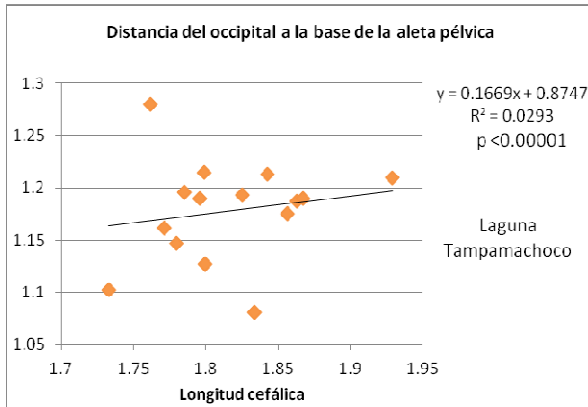
Med7= Distancia de la base de la primera aleta dorsal a la base de la aleta pélvica.



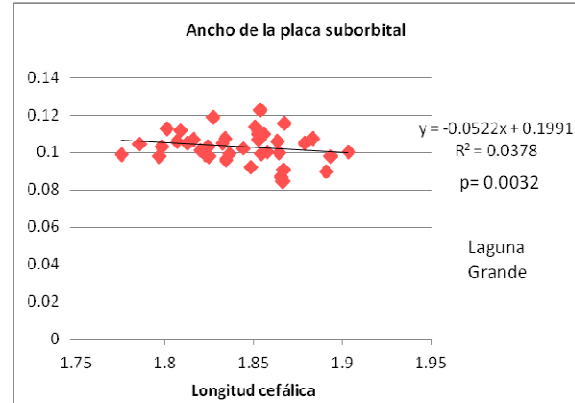
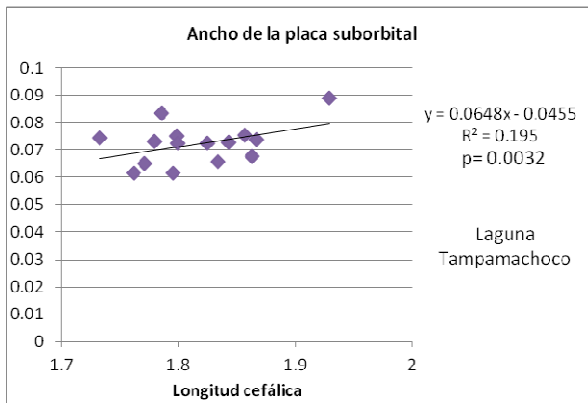
Med9= Distancia del occipital al borde superior central del orbital.



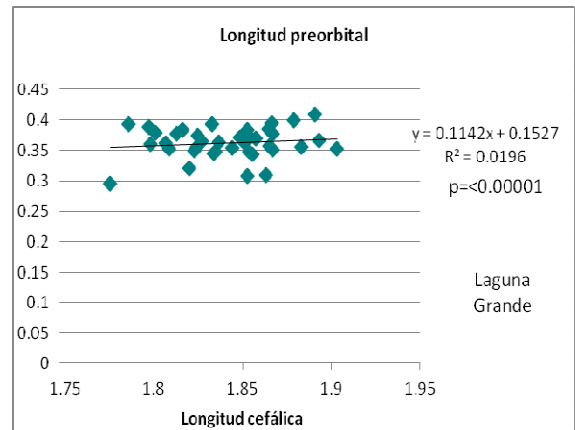
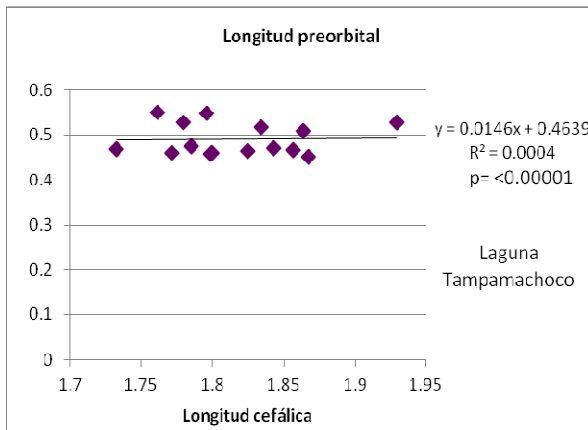
Med13= Distancia del occipital a la base de la aleta pélvica.



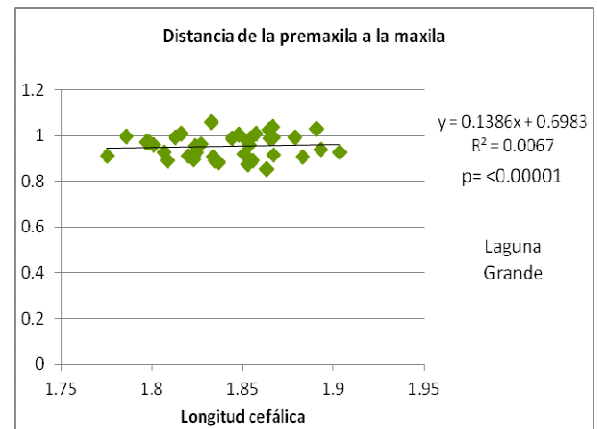
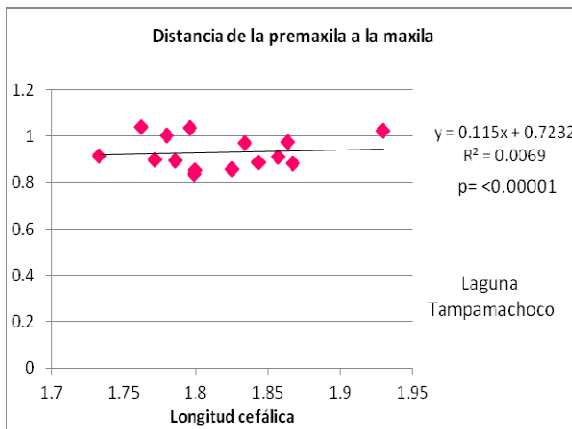
Med19= Ancho de la placa suborbital.



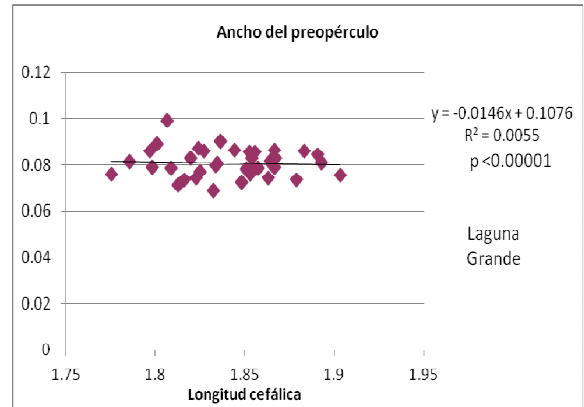
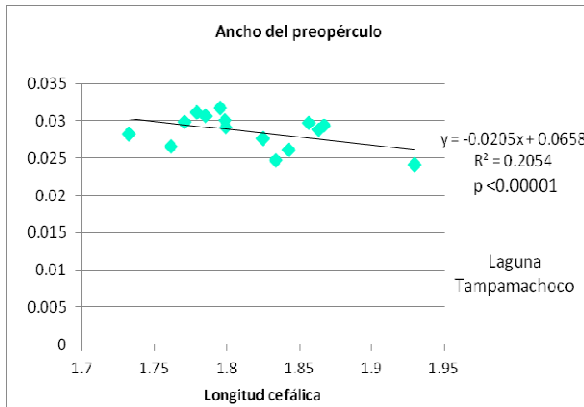
Med20= Longitud preorbital.



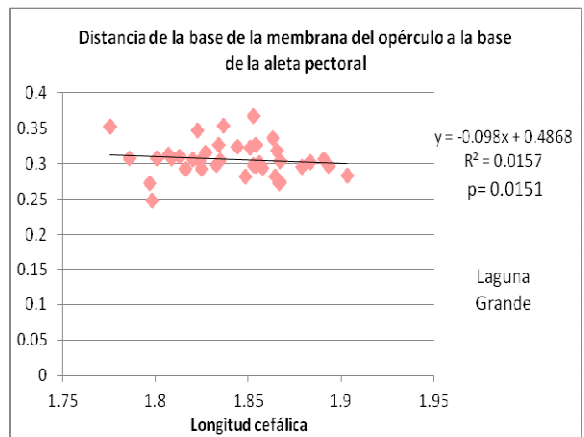
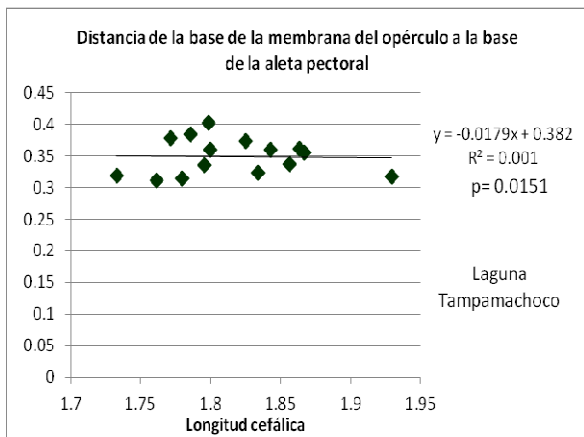
Med22= Distancia de la premaxila a la maxila.



Med23= Ancho del preopérculo

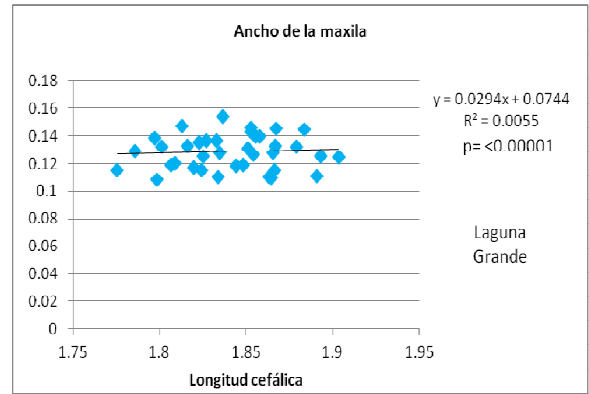
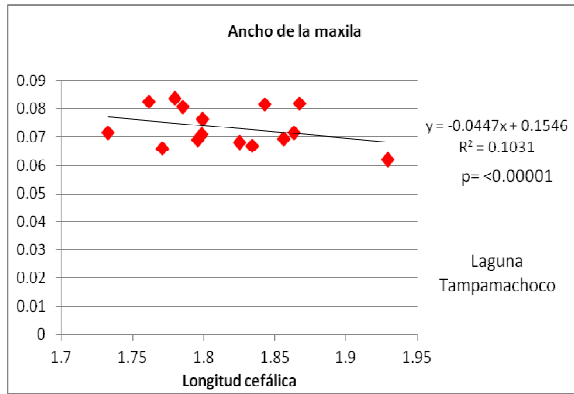


Med25= Distancia de la base de la membrana del opérculo a la base de la aleta pectoral.

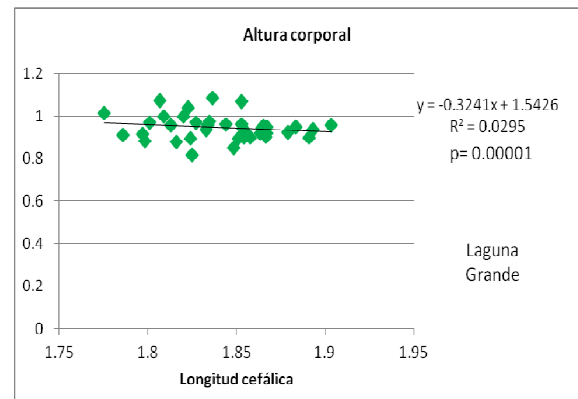
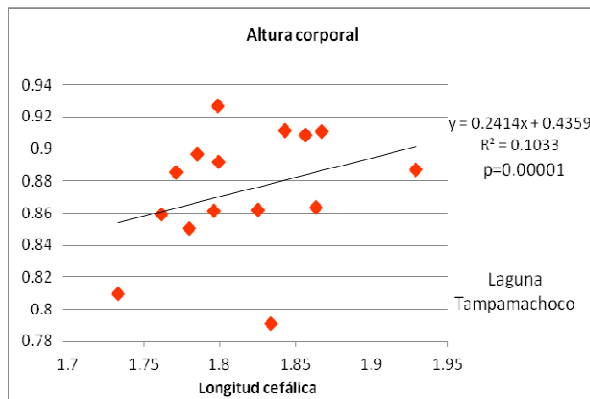




Med26= Ancho de la maxila.



Med28=Altura corporal.



Med31= Altura cefálica.

