

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTACIÓN Y
DESARROLLO A.C.

UNIDAD MAZATLÁN

Análisis taxonómico de especies de lenguados de los
géneros *Citharichthys* y *Syacium* (Pleuronectiformes:
Paralichthyidae) del Pacífico Oriental

por

GABRIELA AGUILAR ZÁRATE

Tesis Aprobada por la

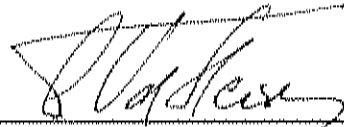
UNIDAD MAZATLÁN
EN ACUACULTURA Y MANEJO AMBIENTAL

Corno Requisito Parcial para Obtener el Grado de
MAESTRO EN CIENCIAS

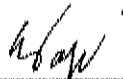
Mazatlán, Sinaloa a 29 de Agosto de 2003.

APROBACIÓN

Los miembros de este comité designado para revisar la tesis de Gabriela Aguilar Zárate la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias.



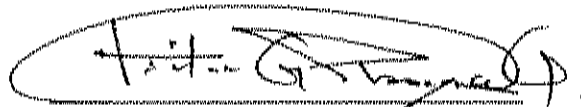
Dr. Albert van der Helden Joris



Dra. Emma Fajer Avila



Dr. Mario Nieves Soto

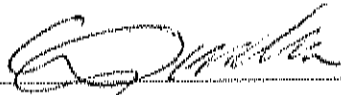


M. en C. Héctor Plascencia Gonzalez

DECLARACIÓN INSTITUCIONAL

Se permiten citas breves del material contenido en esta tesis sin permiso especial del autor, siempre y cuando se de el crédito correspondiente. Para la reproducción parcial o total de la tesis con fines académicos, se deberá contar con la autorización escrita del director del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD).

La publicación en comunicaciones científicas o de divulgación popular de los datos contenidos en esta tesis, deberá dar los créditos al CIAD, previa aprobación escrita de la directora de tesis.



Dr. Alfonso Antero Gardea Béjar
Director General del CIAD, A.C.

DEDICATORIA

A mis hombres:

Sebastián, Rodrigo, Carlos Alberto y Eduardo

AGRADECIMIENTOS

A CONACyT por su apoyo financiero que me permitió realizar mis estudios de postgrado.

Al proyecto CONACYT L0083-T por su apoyo para la obtención de materiales y reactivos necesarios para el desarrollo de la parte práctica de este trabajo.

A mi comité de tesis por su apoyo y dedicación durante las revisiones y correcciones del trabajo de tesis.

A mi director de tesis, Dr. Albert van der Heiden por sus consejos y su apoyo para realizar este trabajo de tesis.

Al Dr. Mario Nieves Soto por su paciencia y disponibilidad durante el análisis estadístico de los datos.

A la Dra Emma Fajer por su gran disponibilidad y apoyo, así como los buenos consejos que me brindo para realizar este trabajo de tesis.

Al M. en C. Hector Plascencia por su disponibilidad y apoyo para la realización y revisión de este trabajo.

Al Dr. José Mariscal por el entrenamiento y apoyo en los análisis de multivariado.

Al Dr. Arturo Ruiz Luna por sus buenos consejos para realizar este trabajo de tesis.

A la Dra. Gabriela del Valle Pignataro por el entrenamiento en la técnica de electroforesis en geles de almidón y su apoyo durante los primeros análisis.

A los Laboratorios de Ictiología y Genética y Reproducción del CIAD-Mazatlán por facilitarme el equipo y material biológico para la realización de este trabajo.

Muy especialmente a Héctor Plascencia, Marcela Ruíz y Estela Rodríguez por su gran apoyo durante el análisis de los organismos experimentales.

Un especial agradecimiento a todos aquellos que me brindaron una mano amiga y contribuyeron de una u otra forma a la realización y finalización de mi trabajo de tesis. MIL GRACIAS.

CONTENIDO

| | |
|---|------------|
| CONTENIDO | I |
| ÍNDICE DE TABLAS | III |
| ÍNDICE DE FIGURAS | IV |
| RESUMEN | VII |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 4 |
| 2.1 La taxonomía y la problemática de los conceptos de especie | 4 |
| 2.2 Descripción de las especies de estudio | 6 |
| 2.3 Distribución geográfica | 8 |
| 2.4 Morfometría | 9 |
| 2.4.1 Morfometría tradicional | 9 |
| 2.4.2 Análisis de entrecruzamiento | 9 |
| 2.5 Análisis bioquímico | 13 |
| 2.5.1 Estudios de especies cercanas | 14 |
| 2.5.2 Estudio de poblaciones | 15 |
| 3. OBJETIVOS | 16 |
| 3.1 Objetivo General | 16 |
| 3.2 Objetivos Específicos | 16 |
| 4. MATERIAL Y MÉTODOS | 18 |
| 4.1 Procedencia de los especímenes examinados del género <i>Citharichthys</i> : <i>C. fragilis</i> y <i>C. gordae</i> . | 18 |
| 4.2 Morfología de las dos especies del género <i>Citharichthys</i> : <i>C. fragilis</i> y <i>C. gordae</i> | 21 |
| 4.2.1 Morfometría | 21 |
| 4.2.2 Merística | 22 |
| 4.2.3 Análisis de Entrecruzamiento | 23 |
| 4.2.4 Localización geográfica y comparación de caracteres morfológicos y merísticos de <i>Citharichthys fragilis</i> y <i>C. gordae</i> entre las zonas de colecta. | 24 |
| 4.3 Procedencia de los especímenes preservados del género <i>Syacium</i> : <i>S. ovale</i> y <i>S. longidorsale</i> . | 26 |
| 4.4 Morfología del género <i>Syacium</i> : <i>S. ovale</i> y <i>S. longidorsale</i> | 28 |
| 4.4.1 Morfometría y Merística | 28 |

| | |
|--|-----------|
| 4.4.2 Análisis de entrecruzamiento | 28 |
| 5.4 Análisis Bioquímico | 29 |
| 5.4.1 Muestreo de organismos | 29 |
| 5.4.2 Análisis de isoenzimas | 30 |
| 5. RESULTADOS | 32 |
| 5.1 Estudio morfológico de <i>Citharichthys fragilis</i> y <i>C. gordae</i> | 32 |
| 5.2 Análisis de entrecruzamiento | 35 |
| 5.3 Comparación de caracteres morfométricos y merísticos de <i>Citharichthys fragilis</i> y <i>C. gordae</i> entre las zonas de colecta. | 46 |
| 5.4 Comparación de los intervalos de los datos merísticos y morfométricos de <i>Citharichthys fragilis</i> y <i>C. gordae</i> . | 48 |
| 5.5 Descripción de <i>Citharichthys fragilis</i> y <i>C. gordae</i> | 52 |
| 5.5.1 <i>Citharichthys fragilis</i> Gilbert, 1890 | 52 |
| 5.5.2 <i>Citharichthys gordae</i> Beebe & Tee-Van, 1938. | 54 |
| 5.6 Estudio morfológico de <i>Syacium ovale</i> y <i>S. longidorsale</i> | 57 |
| 5.7 Análisis de entrecruzamiento | 60 |
| 5.8 Análisis Bioquímico | 65 |
| 5.8.1 Variación isoenzimática | 65 |
| 6. DISCUSIÓN | 69 |
| 6.1 Género: <i>Citharichthys</i> | 69 |
| 6.2 Género: <i>Syacium</i> | 75 |
| 7. CONCLUSIONES | 78 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA | 80 |
| ÍNDICE DE ANEXOS | 91 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Resumen de los datos de colecta de los especímenes examinados de <i>Citharichthys fragilis</i> y <i>C. gordae</i> . Desviación estándar (DE). | 20 |
| Tabla 2. Resumen de los datos de colecta de los especímenes examinados de <i>Syacium ovale</i> y <i>S. longidorsale</i> . Desviación estándar (DE). | 27 |
| Tabla 3. Análisis comparativo de la proporción de la longitud cefálica en porcentaje de la longitud estándar de los individuos de <i>Citharichthys fragilis</i> y <i>C. gordae</i> , entre las zonas de muestreo ($P < 0.05$). | 48 |
| Tabla 4. Análisis comparativo del número de radios en la aleta dorsal de los individuos de <i>Citharichthys fragilis</i> y <i>C. gordae</i> , entre las zonas de muestreo ($P < 0.05$). | 48 |
| Tabla 5. Análisis comparativo del número de radios en la aleta anal de los individuos de <i>Citharichthys fragilis</i> y <i>C. gordae</i> , entre las zonas de muestreo ($P < 0.05$). | 48 |
| Tabla 6. Comparación de las mediciones (mm), proporciones y conteos de especímenes de <i>Citharichthys fragilis</i> reportados por diferentes autores, con los de este estudio. | 50 |
| Tabla 7. Comparación de las mediciones (mm), proporciones y conteos de especímenes de <i>Citharichthys gordae</i> reportados por diferentes autores, con los de este estudio. | 51 |
| Tabla 8. Descripción cualitativa de las aloenzimas analizadas para diferenciar a <i>Syacium ovale</i> de <i>S. longidorsale</i> . | 66 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Foto de <i>Citharichthys fragilis</i> (A) y <i>C. gordae</i> (B) preservados. | 19 |
| Figura 2. Morfometría establecida para peces tomado de Hubbs & Lagler (1958). | 22 |
| Figura 3. Puntos de referencia ("landmarks") establecidos por Humphries <i>et. al.</i> (1981) para las mediciones del análisis de entrecruzamiento de <i>C. fragilis</i> , <i>C. gordae</i> , <i>S. ovale</i> y <i>S. longidorsale</i> . | 23 |
| Figura 4. Zonas de colecta de <i>Citharichthys fragilis</i> y <i>C. gordae</i> en el Pacífico Oriental. | 25 |
| Figura 5. Foto de <i>Syacium longidorsale</i> (A) y <i>S. ovale</i> (B) en fresco. | 26 |
| Figura 6. Relación entre la longitud cefálica y la longitud estándar de <i>Citharichthys fragilis</i> y <i>C. gordae</i> . | 33 |
| Figura 7. Distribución de frecuencias del número de radios de la aleta dorsal de <i>Citharichthys fragilis</i> y <i>C. gordae</i> . | 34 |
| Figura 8. Distribución de frecuencias del número de radios de la aleta anal de <i>Citharichthys fragilis</i> y <i>C. gordae</i> . | 34 |
| Figura 9. Primer componente principal (CPI) contra el segundo componente principal (CPII), del análisis multivariado de las medidas morfométricas de <i>Citharichthys fragilis</i> y <i>C. gordae</i> (se excluyo la longitud cefálica). | 35 |
| Figura 10. Primer componente principal (CPI) contra el segundo componente principal (CPII), del análisis multivariado de la matriz transpuesta de los datos morfométricos de <i>Citharichthys fragilis</i> y <i>C. gordae</i> (se excluyo la longitud cefálica). | 37 |
| Figura 11. Primer componente principal (CPI) contra la variación de la discriminación por la forma (H) de la matriz transpuesta de los datos morfométricos de <i>Citharichthys fragilis</i> y <i>C. gordae</i> (se excluyo la longitud cefálica). | 38 |
| Figura 12. Promedio y desviación estándar, así como los valores máximos y mínimos (●) de la longitud de la aleta dorsal (LAD) y anal (LAA) en porcentaje de la longitud estándar (%LE) de <i>Citharichthys fragilis</i> (n=190) y <i>C. gordae</i> (n=73) respectivamente. | 39 |

- Figura 13. Promedio y desviación estándar, así como los valores máximos y mínimos (●) de la distancia desde la parte mas alta del cuerpo a la inserción inferior de la aleta caudal (LCAUI) y la distancia desde la inserción de la aleta anal a la inserción superior de la aleta caudal (ANCAUS) en porcentaje de la longitud estándar (%LE) de *Citharichthys fragilis* (n= 30) y *C. gordae* (n= 30). 40
- Figura 14. Promedio y desviación estándar, así como los valores máximos y mínimos (●), de la distancia del ojo superior a la inserción de la aleta anal (ANOJO) y la distancia entre el punto mas alto del cuerpo y la inserción de la aleta pectoral (LANA) en porcentaje de la longitud estándar (%LE) de *Citharichthys fragilis* (n=30) y *C. gordae* (n=30). 41
- Figura 15. Promedio y desviación estándar, así como los valores máximos y mínimos (●), de la anchura interorbital (AI) en porcentaje de la longitud cefálica de *Citharichthys fragilis* (n=190) y *C. gordae* (n=73). 42
- Figura 16. Relación entre los caracteres A. longitud de la aleta dorsal (LAD); B. longitud de la aleta anal (LAA); C. la distancia desde la parte mas alta del cuerpo a la inserción inferior de la aleta caudal (LCAUI); D. la distancia desde la inserción de la aleta anal a la inserción superior de la aleta caudal (ANCAUS); E. la distancia del ojo superior a la inserción de la aleta anal (ANOJO) y F. la distancia entre el punto mas alto del cuerpo y la inserción de la aleta pectoral (LANA), y la longitud estándar de *C. fragilis* y *C. gordae*. 43
- Figura 17. Relación entre la anchura interorbital (AI) y la longitud cefálica de *C. fragilis* y *C. gordae*. 44
- Figura 18. Zonas de colecta de *Citharichthys fragilis* (▲) y *C. gordae* (·) en el Pacífico Oriental evaluados para detectar un posible gradiente latitudinal en los caracteres morfométricos y merísticos de ambas especies. 1. Estero Tastiota, Son.; 2. Isla Tiburón, Son.; 3. Mazatlán, Sin.; 4. Río San Lorenzo y Bahía Santa Marla, Sin.; 5. Bahía de California, Cal. E.E.U.U. 46
- Figura 19. Promedio y desviación estándar, así como los valores máximos y mínimos (●), de la longitud del hocico (LH) en porcentaje del diámetro ocular superior (%DO) de *Syacium ovale* (n=16) y *S. longidorsale* (n=18). 58
- Figura 20. Promedio y desviación estándar, así como los valores máximos y mínimos (●), de la longitud de la aleta pectoral

- (LAP) en porcentaje de la longitud estándar (%LE) en hembras y machos de *Syacium ovale* (n=16) y *S. longidorsale* (n=18). 59
- Figura 21. Primer componente principal (CPI) contra el segundo componente principal (CPII), del análisis multivariado de las medidas morfométricas de *Syacium ovale* y *S. longidorsale*. 60
- Figura 22. Primer componente principal (CPI) contra el segundo componente principal (CPII), del análisis multivariado de la matriz de datos transpuesta de los datos morfométricos de *Syacium ovale* y *S. longidorsale*. 61
- Figura 23. Análisis de agrupamiento (UPG y distancia euclidiana, no estandarizada) de los datos morfométricos de *Syacium ovale* (n= 16) y *S. longidorsale* (n= 18). 62
- Figura 24. Promedio y desviación estándar, así como los valores máximos y mínimos (●), de la distancia desde la parte mas alta del cuerpo a la inserción inferior de la aleta caudal (LCAUI) y la distancia desde la inserción de la aleta anal a la inserción superior de la aleta caudal (ANCAUS) en porcentaje de la longitud estándar (%LE), de *Syacium ovale* (n= 16) y *S. longidorsale* (n=18). 63
- Figura 25. Promedio y desviación estándar, así como los valores máximos y mínimos (●), de la distancia desde de la parte más alta del cuerpo a la inserción de la aleta pectoral (LANA) así como desde la inserción de la aleta pectoral a la inserción de la aleta pélvica (PECPEL) en porcentaje de la longitud estándar (% LE) de *S. ovale* (n=16) y *S. longidorsale* (n=18) 64
- Figura 26. Movilidad electroforética de la isoenzima Lactato dehidrogenasa LDH de (A) *Syacium ovale*, n=5 y (B) *S. longidorsale*, n=5. 65
- Figura 27. Zimogramas de las enzimas que marcaron un patrón de variación de las especies *Syacium ovale* y *S. longidorsale*. 68

RESUMEN

En este estudio se confirmó la existencia de cuatro especies de lenguados, dos del género *Citlimrlc/Jfhys*: *C. fragilis* y *C. gordae* y dos del género *Syac/um*: *S. ovale* y *S. longldorsa/e*,

Mediante análisis morfométricos y merísticos tradicionales se determinaron los caracteres principales para la separación de *C. fragilis* y *C. goniae*: longitud cefélica, número de radios de las aletas dorsal y anal, Se analizó la coloración corporal y la adherencia de las escamas al cuerpo, deciduas para la primera especie y bien adheridas en la segunda, La distribución geográfica de ambas especies es alopátrica y *C. fragilis* tiene una distribución disyunta separada por la península de Baja California. Los Individuos de *C. fragilis* y *C. gordae* no presentaron un gradiente latitudinal en el número de radios en las aletas dorsal y anal. Otros caracteres distintivos adicionales determinados por el análisis de entrecruzamiento son: la longitud de las aletas dorsal (LAD) y anal (LAA), la distancia desde la parte mas alta del cuerpo a la Inserción Inferior de la aleta caudal (LCAUI), la distancia desde la inserción de la aleta anal a la Inserción superior de la aleta caudal (ANCAUS), así como la anchura Interorbital (AI) ($P < 0.006$), Con base en la Información anterior, se realizó la redesccripción de *C. fragilis* así como la ampliación de la descripción de *C. gordae*.

Los caracteres morfométricos tradicionales para distinguir entre las especies *Syac/um* *ovale* y *S. longldorsa/e* son: longitud del hocico (LH), diámetro ocular (DO) y longitud de la aleta pectoral (LAP) en adultos. Adicionalmente mediante el análisis de entrecruzamiento se observó que ANCAUS es

significativamente diferente ($P= 0.006$). Con base en el análisis de leoenzimas, utilizando gel de almidón, se encontraron 7 enzimas (PGM, LDH, ADH, AGPDH, MDH, GAD y proteínas generales) que mostraron diferencias en 14 de 19 loci lo cual apoya la validez de ambas especies,

ABSTRACT

In this study the existence of four fish species was confirmed, two of the genus *Citharichthys*: *C. fragilis* and *C. gordae* and two of the genus *Syacium*: *S. ovale* and *S. longidorsale*.

By means of traditional morphometrics and meristics the main characters for the separation of *C. fragilis* and *C. gordae* were determined: head length, and number of dorsal and anal fin-rays. Body coloration was described and the adhesion of the scales to the body was examined; they are deciduous in the first species and well adhered to the body in the second. The geographical distribution of both species is allopatric and *C. fragilis* shows a disjunct distribution divided by the peninsula of Baja California. The individuals of *C. fragilis* and *C. gordae* did not present a latitudinal gradient in the number of rays of the dorsal and anal fins. Other additional distinctive characters determined by the truss analysis were: the length of the dorsal (LAD) and anal (LAA) fins, the distance from the highest part of the body to the inferior insertion of the caudal fin (LCAUI), the distance from the insertion of the anal fin to the superior insertion of the caudal fin (ANCAUS), and the interorbital width (AI) ($P < 0.006$). Based on the previous information, *C. fragilis* was redescribed and the description of *C. gordae* was enlarged.

The traditional morphometric characters used to distinguish between *Syacium ovale* and *S. longidorsale* are: snout length (LH), ocular diameter (DO) and pectoral fin length (LAP) in adults. Additionally, a truss analysis indicated that

1. INTRODUCCIÓN

El Golfo de California presenta hábitats muy variados y es considerado como una región con gran diversidad de especies (Brusca, 1980). Su ictiofauna principalmente consiste de especies Panámicas (73%), especies que provienen del norte (10%, la mayoría de la fauna de San Diego, California) y 17% endémicas (Walker, 1960). Findley *et al.* (1997) mencionan que 782 de los peces son teleósteos, 83 cartilaginosos y 3 mixínidos; 86 de ellos son endémicos.

Sobre la plataforma continental del Golfo de California existen aproximadamente 380 especies de peces demersales (Thomson *et al.*, 2000). De esta diversidad, aproximadamente 200 a 230 especies son susceptibles a ser capturadas en las redes de arrastre de barcos camaroneros algunas de las cuales no han sido descritas formalmente por la escasa información disponible para ser identificadas y debido a la poca importancia económica que estas especies representan (Balart, 1996). La mayoría de esta ictiofauna de acompañamiento en la captura del camarón son organismos demerso-bentónicos que componen los últimos eslabones en la cadena alimenticia.

Dentro de este grupo de peces demerso-bentónicos se encuentran los lenguados, que están representados en cinco familias: Paralichthyidae, Bothidae, Pleuronectidae, Soleidae y Cynoglossidae. En estas familias hay todavía una serie de problemas taxonómicos por resolver, como por ejemplo

con *Citharichthys fragilis* y *C. gordae*, *Syacium longidorsale* y *S. ovale* de la familia Paralicthyidae, entre otros.

Citharichthys fragilis Gilbert, 1890 y *C. gordae* Beebe & Tee-Van, 1938 son especies morfológicamente muy similares, cuya existencia ha sido cuestionada por van der Heiden *et al.* (1986) e inclusive han sido consideradas como sinónimas por no presentar evidencias suficientes para separarlas (Castro-Aguirre *et al.*, 1992).

Los lenguados *Syacium ovale* (Günther, 1864) y *S. longidorsale* Murakami & Amaoka, 1992, son tan similares morfológicamente que solamente la prolongación de los primeros radios de la aleta dorsal y los radios largos de la aleta pectoral del lado ocular presentes en el macho de *S. longidorsale*, así como la proporción hocico/diámetro ocular superior que es ligeramente diferente entre ambas especies permiten separarlos (Murakami & Amaoka, 1992).

Es posible que las especies mencionadas de los dos géneros respectivamente, sean consideradas como especies cercanas "sibling species", reproductivamente aisladas pero de morfología muy similar (Lundberg & McDade, 1990). Debido a la semejanza morfológica superficial entre estas poblaciones, es necesario recurrir a otras características para poder considerarlas como especies válidas (p.e. hábitos alimenticios y/o de reproducción, ecología, fisiología, diferencias genéticas y aislamiento geográfico). Es debido a la existencia de estas poblaciones cercanas

naturales, que el concepto puro de especie morfológica es vulnerable (Mayr, 1971).

Para la ubicación taxonómica correcta de las especies de lenguados mencionados, es necesario complementar el estudio taxonómico clásico (morfometría y merística) que incluye la realización de mediciones y conteos de caracteres, con métodos que han surgido mas recientemente como son: el análisis de patrones de entrecruzamiento ("Truss analysis") y el estudio de patrones de proteínas (Isoenzimas).

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La categoría de "Especie" es usada y considerada en la conservación de diferentes maneras y desde muchas perspectivas, biológica, política y socioeconómica. Estas perspectivas necesitan ser reconocidas y entendidas porque importa a diferentes segmentos de la sociedad con sus intereses particulares, y porque el "valor" de una especie en la sociedad puede variar dependiendo de su posición en el mundo y la relación de ésta con la humanidad (Meffe *et al.*, 1997).

2.1 La taxonomía y la problemática de los conceptos de especie

La taxonomía es el estudio del grado de semejanza biológica de los organismos. El producto final del trabajo de un taxónomo, es ordenar los grupos de organismos o taxa (en singular taxón). De tal manera, los taxa más similares son agrupados junto a los biológicamente más cercanos, y la cercanía relativa de los taxa en su clasificación refleja el grado de semejanza biológica (Shernoff, 2001).

La taxonomía incluye: descripción, segregación, nomenclatura de especies y géneros, catalogación e identificación de especies, así como la publicación de los datos, descripciones y nombres (Blackwelder, 1967).

El término de especie es usado frecuentemente para designar o clasificar a organismos similares. Existen tres conceptos básicos de especie: tipológica,

nominalista y biológica (Mayr, 1971). Para fines de este estudio se acepta el concepto de especie biológica.

Las especies biológicas se definen como poblaciones aisladas reproductivamente, pero para reconocer a las especies (y distinguir las en la práctica) solo algunas veces se hacen pruebas directamente sobre su tendencia a reproducirse o por su capacidad para procrear crías fértiles. De acuerdo a este concepto las especies no se definen por su grado de diferencias fenotípicas aunque los caracteres fenotípicos son la evidencia usualmente empleada para reconocer a las especies. Un gran número, quizá la mayoría de las especies taxonómicamente conocidas corresponden a verdaderas especies biológicas aún cuando fueron reconocidas por diferencias morfológicas. Esto no es una contradicción porque los caracteres morfológicos y otros caracteres fenotípicos, juiciosamente interpretados, pueden servir como indicadores de aislamiento reproductivo o intercambio genético entre poblaciones simpátricas (Futuyma, 1997).

Varios modelos geográficos de formas de especiación se han presentado. El modelo más aceptable es la especiación alopátrica gradual, en el cual una población es geográficamente dividida por una barrera física (e.j. una montaña, cordillera, río, flujo de lava) y lo resultante es una subpoblación genética o morfológicamente divergente de tal grado que la reproducción entre ellos es imposible si ellos se vuelven a reunir (Mayr, 1942 *in* Meffe *et.al.*, 1997). La aislación reproductiva quizá se desarrolla mediante una serie de mecanismos que provocan el aislamiento. Se debe enfatizar que la

aislación reproductiva no es la causa, pero el resultado de la divergencia (Meffe *et.al.*, *op. cit.*) .

La identificación de especies cercanas es difícil, ya que es imposible formular un criterio universal que delimite a una especie, sobre todo en grupos tan numerosos como los peces. Estas dificultades se presentan debido a la dinámica de la evolución y a la información incompleta que existe hasta hoy de muchos grupos de peces. Por otra parte, la mayoría de estos problemas son debido a procesos de especiación, generando semiespecies o subespecies y/o especies "sibling" (Lundberg & McDade, 1990).

Tener diferentes conceptos de especie puede ubicar poblaciones de individuos en taxa erróneos, cuantificando a algunas poblaciones como diferentes. El concepto de especie tiene importantes implicaciones para el análisis demográfico. Muchas decisiones acerca de las prioridades y acciones de la conservación dependen de la información demográfica (Cracraft, 1997).

2.2 Descripción de las especies de estudio

La descripción original de *Citharichthys fragilis* fue muy somera, con pocas características morfológicas y morfométricas y utilizando pocos organismos, sin ofrecer más información sobre sexo, coloración, lugar exacto de la colecta, ni ilustración o foto de referencia (Gilbert, 1890).

Citharichthys gordae, nombrada así por el lugar donde fue encontrada (Banco Gorda, B.C.S, México), se describió mencionando varias características morfológicas, zona exacta de captura, sexo, coloración y hábitat, utilizando para ello 216 organismos para obtener intervalos o variantes dentro de la especie (Beebe & Tee-Van, 1938).

Las diferencias encontradas entre *C. fragilis* y *C. gordae* por Beebe & Tee-Van (1938) son, el número de radios en las aletas dorsal y anal, así como el número de vértebras, lo que presenta un problema de clasificación ya que algunos autores afirman que las variaciones morfológicas mencionadas por Beebe & Tee-Van en su descripción, se podrían deber al cambio de temperatura por el efecto latitudinal en su distribución, sinonimizando a estas dos especies (Castro-Aguirre *et al.*, 1992) mientras que Mussot-Pérez & van der Heiden (1985) y van der Heiden *et al.* (1986) recomiendan un estudio detallado de los mismos.

Entre *S. ovale* (Günther, 1864) y *S. longidorsale* Murakami & Amaoka, 1992 existe una problemática similar. Son especies muy cercanas. Inicialmente, van der Heiden & Mussot (1992) consideraban que los machos de *S. ovale* tenían la aleta pectoral y los primeros radios de la aleta dorsal alargados. Sin embargo con base en un estudio detallado posterior, Murakami & Amaoka (1992) encontraron que estos machos pertenecían a una especie diferente y describieron a *S. longidorsale* la cual además de presentar el dimorfismo sexual secundario mencionado en los machos tiene la proporción hocico/diámetro del ojo superior menor que en *S. ovale*.

2.3 Distribución geográfica

La distribución geográfica de *C. fragilis* se extiende desde Manhattan Beach, California, E.E.U.U. (33° 53' N - 118° 25' O), al Golfo de California, México (32° 18' N - 115° 12' O) (Castro-Aguirre *et al.*, 1992). *Citharichthys fragilis* es relativamente abundante en ciertas localidades de la costa occidental de la península de Baja California y al norte en el Golfo de California donde parece ser más frecuente (Gilbert, 1890; Cailliet *et al.*, 1986; Castro-Aguirre *et al.*, 1995).

En la descripción original de *C. gorda* se mencionan 3 lugares de colecta: en el Banco Gorda, B.C.S., media milla al sur de Cabo San Lucas, B.C.S. (22° 53' N - 109° 55' O), y a 20 millas al sur-oeste del Banco Gorda (23° 01' N - 109° 28' O) (Beebe & Tee-Van, 1938). Algunos registros posteriores a la descripción original localizan a esta especie en Centroamérica, Panamá, Colombia y en el Sur de Sinaloa, México (Chirichigno-Fonseca *et al.*, 1974; Hensley, 1995; van der Heiden, 1985; van der Heiden *et al.*, 1986).

Syacium longidorsale se encuentra distribuido desde Mazatlán (Boca Barrón), Sinaloa, México, al Golfo de Guayaquil, Ecuador (van der Heiden & Plascencia-González, 1997) y Colombia (Murakami & Amaoka, 1992), mientras que *S. ovale* se encuentra en la costa Pacífica de Centro y Sudamérica, desde el Golfo de California, México al Sur de Perú (Murakami & Amaoka, 1992).

2.4 Morfometría

2.4.1 Morfometría tradicional

La morfología de los peces es la información primordial para los estudios taxonómicos y evolutivos. Las especies son caracterizadas por su forma, talla, patrones de pigmentación, disposición de las aletas, y otros caracteres externos que los permita reconocer, identificar y clasificarlas (Strauss & Bond, 1990).

Los caracteres morfológicos se pueden dividir entre los medibles o cuantificables, que incluye las longitudes de las partes del cuerpo, medidas en escala milimétrica, o sea los caracteres morfométricos, y los que se pueden contar como son los caracteres merísticos (Cailliet *et al.*, 1986).

Los caracteres morfométricos tradicionales se concentran en la cabeza y región caudal, produciendo un análisis desigual y tendencioso de la forma y área del cuerpo, no localizando cambios en otras áreas (Humphries *et al.*, 1981; Winans, 1987). El análisis univariado consiste en el uso de proporciones o porcentajes de los caracteres medidos y es útil para designar las diferencias de la morfología de un pez (Strauss & Bond, 1990).

2.4.2 Análisis de entrecruzamiento

El análisis de entrecruzamiento ("Truss analysis") encuentra las regiones morfológicas más variables a lo largo y ancho del pez, realizando un enmallado imaginario desde la región cefálica hasta la región caudal,

utilizando puntos de referencia ("Landmarks"). Con el análisis de entrecruzamiento se elimina el análisis desigual y tendencioso de la forma y área del cuerpo, localizando cambios que no son observados por los caracteres morfométricos tradicionales (Winans, 1985).

El análisis de entrecruzamiento permite definir la geometría del pez uniformemente, con la finalidad de extraer las diferencias morfológicas de los organismos (Winans, 1987). Para esto se obtiene un arreglo de distancias, medidas entre un sistema de señales anatómicas o puntos de referencia preseleccionados ("Landmarks"), como son las bases de las espinas dorsales o los rayos de las aletas, la articulación entre los huesos, puntos donde los bordes de huesos cruzan el plano sagital del cuerpo, etc. Los puntos de referencia que sirven de base a este arreglo son identificados basándose en características locales de la morfología y elegidos para dividir al cuerpo en unidades funcionales, formando el enrejado o malla que se va a evaluar (Strauss & Bond, 1990).

El procedimiento es basado únicamente en la homología de la comparación utilizando la estadística como herramienta. En el análisis de entrecruzamiento los caracteres cubren el área del cuerpo de forma regular orientados a detectar las diferencias en direcciones oblicuas, longitudinal y vertical y los puntos de referencia son ubicados de tal forma que las medidas de distancia no pierden ninguna información. Estos caracteres permiten analizar a poblaciones y especies con medidas específicas (Strauss & Bond, 1990).

Una vez obtenido el entrecruzamiento se utiliza un análisis de componentes principales para analizar la talla y la forma del organismo de manera independientemente sin usar radios o proporciones del mismo (Humphries *et al.*, 1981). El enrejado obtenido es también evaluado mediante un análisis multivariado de discriminantes para calcular la combinación de caracteres originales que maximizan la discriminación entre grupos conocidos (Strauss & Bond, 1990).

No todos los datos morfométricos tienen una interpretación geométrica, ya que muchas veces la forma del cuerpo no concuerda con el tamaño del organismo, es decir, no hay una relación lineal. En estudios morfométricos de grupos diferenciados por distancias, el primer factor o componente (CPI), es por lo general explicado por la talla y los subsecuentes factores designan la forma (CPII). Por lo tanto, los eigenvalores del eje principal están en función de la variación en talla, y los eigenvalores del segundo eje son una medida de variación de forma libre de la talla. La eliminación de los efectos de la talla en la morfología por la variación de la discriminación por la forma (H), permite discriminar entre los individuos examinados por la forma (Humphries *et al.*, 1981).

De acuerdo a Strauss & Bookstein (1982) y Humphries *et al.* (1981), los análisis de caracteres morfométricos de peces utilizando la técnica de entrecruzamiento dan mejores resultados en la diferenciación de las especies que utilizando los caracteres convencionales.

En la revisión sistemática de las especies de carángidos africanos del género *Brycinus*, de morfología muy similar, se pudo reconocer y redescubrir a las dos especies, *Brycinus kingsleyae* y *B. opisthotaenia*, utilizando los análisis taxonómico tradicional y de entrecruzamiento (Kamdem & Teugels, 1997).

Empleando la misma técnica de análisis de entrecruzamiento se encontraron diferencias significativas en peces del género *Pungitius*, identificando a *P. hellenicus* como especie válida diferente de *P. pungitius* y *P. platygaster* (Keivany *et al.*, 1997).

Se logró la diferenciación taxonómica de los rayas eléctricas *Narcine brasiliensis* y *N. entemedor* mediante el análisis de entrecruzamiento. Ésta última especie se encontraba en provisional sinonimia con *N. brasiliensis* dado que las evidencias sugirieron que ambas formas representaban una sola especie. Sin embargo encontraron diferencias significativas entre ambas especies que permitieron describirlas como especies válidas (Castañeda-Beltrán & Gaspar-Dillanes, 1995).

La sensibilidad de esta técnica también puede evaluar el cambio en la morfología en la misma especie. En los juveniles de salmón del Pacífico, colectados en tres zonas distintas, empleando 33 medidas para el análisis de entrecruzamiento, se encontraron suficientes diferencias en los individuos colectados, lo que permitió diferenciar a las diferentes poblaciones de estos salmónidos (Winans, 1985). Asimismo, realizando un análisis de

entrecruzamiento de 35 medidas, los mismos autores encontraron una variación geográfica en las poblaciones de *Chanos chanos*.

Se detectó mediante la técnica de entrecruzamiento la diferencia morfológica que presentan los peces anádromos como el salmón Coho *Oncorhynchus kisutch*, cuando pasan del agua dulce al agua marina (Winans & Nishioka, 1987).

Por otra parte, Hockaday *et al.* (2000) detectaron la variación en la biomasa de *Oreochromis niloticus* con la técnica de entrecruzamiento.

2.5 Análisis bioquímico

La taxonomía hace uso de comparaciones de caracteres fisiológicos, ecológicos, etológicos, bioquímicos, o cariotipos entre poblaciones para detectar divergencia genética como suplemento de los análisis morfológicos (Leary & Booke, 1990).

El análisis bioquímico de proteínas o marcadores moleculares a nivel de isoenzimas ha ayudado a diferenciar a través del estudio de varios loci, los patrones en el flujo genético o bien la divergencia genética entre los organismos o poblaciones. En estudios taxonómicos, la electroforesis de isoenzimas es usada para detectar variación genética que alteró a las proteínas homólogas (proteínas codificadas por un gen presentes en todos los individuos que provienen de un ancestro común). Por lo que las diferencias en la migración de isoenzimas, corresponde a la cantidad de

variación genética que existe dentro de poblaciones y entre poblaciones o especies. La diferenciación entre las muestras sirve para construir grupos jerárquicos de las poblaciones o especies (Leary & Booke, *op. cit.*).

La electroforesis en gel de almidón es empleada para estudios a gran escala ya que muchos individuos pueden ser analizados en el mismo gel y varias isoenzimas pueden ser evaluadas a la vez (Leary & Booke, *op. cit.*).

2.5.1 Estudios de especies cercanas

Algunos estudios llevados a cabo con peces morfológicamente similares, como las especies simpátricas de lenguados, *Psetta maxima* y *Scophthalmus rhombus*, revelaron una variación en las aloenzimas de los organismos de acuerdo al área geográfica de donde fueron colectados en las costas de Europa (Blanquer *et al.*, 1992).

En los catostómidos, *Catostomus tahoensis* y *Chasmistes cujus*, se detectaron diferencias en la composición genética que las separan como especies diferentes, sin presentar evidencia de hibridación genética, como se sospechaba según su morfología (Buth *et al.*, 1992).

Tres especies nominales del género *Ambloplites* (Centrarchidae), Ozark bass *Ambloplites constellatus*, Rock bass, *A. rupestris* y Shadow bass, *A. ariommus*, de la región de Ozarks en el Río de Arkansas, E.E.U.U. carecían de suficiente literatura para ser identificados morfológicamente. La variación en la distancia recorrida de las aloenzimas presentaron divergencia genética,

aunque morfológicamente entre las dos últimas especies Rock bass y Shadow bass, no se observó alguna separación (Koppelman *et al.*, 2000).

Otras divergencias genéticas que se han detectado con esta técnica son la identificación y diferenciación de las especies del género *Paralabrax* del sur de California, a nivel de huevos y larvas, tanto frescos como preservados; varias aloenzimas demostraron grandes diferencias genéticas entre dos de las tres especies estudiadas (Graves *et al.*, 1990).

2.5.2 Estudio de poblaciones

Por la fineza que tiene el análisis bioquímico de aloenzimas, es muy utilizado en el análisis de poblaciones, por ejemplo para analizar la estructura de la población de los soleidos, *Solea solea*, evaluando el alto flujo genético entre la misma población y con otras poblaciones que comparten el mismo hábitat (Exadactylos *et al.*, 1998). En la estructura poblacional del Pejerrey *Odontesthes argentinensis*, del sur de Brasil y Uruguay, se encontraron evidencias de especiación al nivel de aloenzimas en las poblaciones según su localización geográfica (Beheregaray & Levy, 2000).

Una variación de aloenzimas con una divergencia interpoblacional significativa, se encontró en el pez *Gasterosteus aculeatus* proveniente de 16 localidades: 6 en Japón, 4 en el este de Norte América, 2 en el sureste de Norte América y 4 en Europa (Haglund *et al.*, 1992).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Resolver la problemática taxonómica existente en el género *Citharichthys*: confirmar la existencia de las dos especies *Citharichthys fragilis* Gilbert, 1890 y *C. gordae* Beebe & Tee-Van, 1938 y redescibir a *C. fragilis*, así como ampliar la descripción de *C. gordae*. En caso contrario, sinonimizar a ambas especies.

Ampliar los caracteres diagnósticos para confirmar la existencia de las especies *Syacium ovale* (Günther, 1864) y *S. longidorsale* (Murakami & Amaoka, 1992).

3.2 Objetivos Especificos

- Determinar si existen diferencias significativas entre las morfologías externas de *C. fragilis* y *C. gordae* mediante el uso de técnicas morfológicas y merísticas tradicionales y análisis de entrecruzamiento.
- Evaluar si existe un gradiente latitudinal en los caracteres merísticos y morfométricos de los individuos *C. fragilis* y *C. gordae*
- Establecer la distribución geográfica de *C. fragilis* y *C. gordae*.
- Redescibir a *C. fragilis* y ampliar la descripción de *C. gordae* o sinonimizar a ambas especies.

- Determinar si existen diferencias significativas entre las morfologías externas de *S. ovale* y *S. longidorsale* mediante el uso de técnicas morfológicas y merísticas tradicionales, análisis de entrecruzamiento y electroforético de proteínas (isoenzimas).

4. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se dividió en dos partes, 1) los análisis morfológico y de entrecruzamiento para las dos especies del género *Citharichthys*: *C. fragilis* y *C. gordae* y 2) los análisis morfológico, de entrecruzamiento y bioquímico (electroforesis de isoenzimas) para las dos especies del género *Syacium*: *S. ovale* y *S. longidorsale*.

4.1 Procedencia de los especímenes examinados del género *Citharichthys*:

C. fragilis y *C. gordae*.

Los especímenes del género *Citharichthys* examinados (Tabla 1, Figura 1) proceden de las siguientes colecciones ictiológicas: National Museum of Natural History, Washington, D.C., EE.UU. (NMNH anteriormente USNM); Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, California, EE.UU. (SIO) de la Universidad de California en San Diego, California EE.UU.; Stanford University, California, EE.UU. (SU CAL), actualmente en la California Academy of Sciences EE.UU. (CAL SU); Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guaymas, Sonora, México (ITESM); Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Unidad Mazatlán, Sinaloa, México (CIAD/MAZ); Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Unidad La Paz, B.C.S., México (CIBNOR); y la Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica (UCR).

Citharichthys fragilis Gilbert, 1890. Lectotipo: USNM 044409, 122.1 mm (LE). Estación 3016 a bordo del buque vapor "Albatross", con fecha de recolecta

24 de marzo de 1889, a una profundidad de 139 m, sobre un fondo de lodo verde, cerca de Isla Tiburón (29°40.0' N - 112°57.0' O), Golfo de California, México. Las mediciones y conteos, así como una radiografía de este lectotipo fueron proporcionados por el Dr. Thomas Munroe del NMNH.

Citharichthys gordae Beebe & Tee-Van, 1938. Holotipo: SU CAL 46496, 97 mm (LE). Estación 150 de las expediciones de la Sociedad Zoológica de Nueva York, 23 de abril de 1936, a una profundidad de 108 m, con draga de arrastre, en el Banco Gorda, cerca de Cabo San Lucas al sur del Golfo de California, México. Las mediciones y conteos de este holotipo fueron tomados de la publicación de Beebe & Tee-Van (1938).

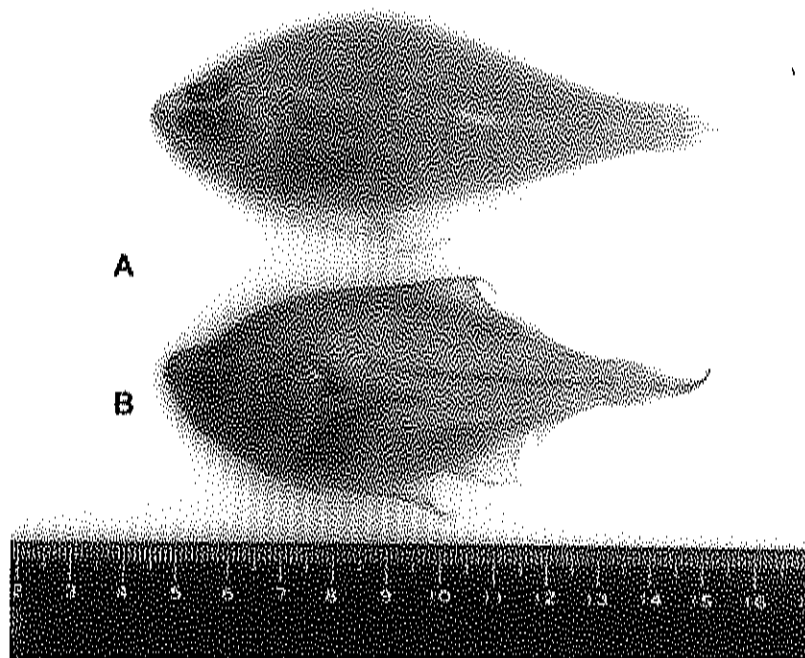


Figura 1. Foto de *Citharichthys fragilis* (A) y *C. gordae* (B) preservados.

Tabla 1. Resumen de los datos de colecta de los especímenes examinados de *Citharichthys fragilis* y *C. gordae*.
Desviación estándar (DE).

| <i>Citharichthys fragilis</i> | | <i>Citharichthys gordae</i> | |
|-------------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| Estado | Localidad | Estación | Localidad |
| E.U. | S. California | Estación | S. California |
| clave | SI053-23 | Posición | Posición |
| n | 32 | n | 17 |
| Mínimo | 56.72 | Mínimo | 56.72 |
| Máximo | 90.56 | Máximo | 90.56 |
| Promedio | 75.75 | Promedio | 75.75 |
| DE | 7.57 | DE | 7.57 |

| Estado | Localidad | Estación | Localidad | Profundidad | Fecha de colecta | n | Mínimo | Máximo | Promedio | DE |
|--------|--------------------------|----------|-----------|-------------|------------------|----|--------|--------|----------|-------|
| MEXICO | | | | | | | | | | |
| B.C. | Cabo San Miguel | 20 | | 52 m | 13-Mar-85 | 3 | 33.15 | 55.89 | 57.83 | 28.45 |
| B.C. | Roca Consag | 39 | | 95 m | 16-Mar-85 | 38 | 40 | 80.53 | 105.67 | 92.85 |
| B.C. | Punta Wilson-Roca Consag | 33 | | 90 m | 08-May-82 | 15 | 92.40 | 126.05 | 115.89 | 9.15 |
| B.C. | Bahía Santa Inés | 49A | | 96 m | 07-Ago-85 | 2 | 77.52 | 81.45 | 79.49 | 2.76 |
| B.C. | Isla Angel de la Guarda | 3643 | | 95 m | 17-Feb-87 | 14 | 53.05 | 105.26 | 97.02 | 7.45 |
| B.C.S. | Bahía Santo Domingo | | | 124m | 10-Abr-1988 | 1 | 73.53 | 73.53 | 73.53 | |
| B.C.S. | Rio Santo Domingo | | | 100 m | 23-Abr-88 | 12 | 72.57 | 117.45 | 93.03 | 14.45 |
| Sonora | Isla Tiburón | 3016 | | 127 m | 24-Mar-1988 | 1 | 122.10 | 122.10 | 122.10 | |
| Sonora | Bahía Tepeaca | 43 | | 75 m | 10-May-82 | 19 | 48.23 | 115.45 | 101.32 | 17.51 |
| Sonora | Estero Tafelota | 48 | | 54 m | 11-May-82 | 3 | 58.74 | 81.54 | 68.31 | 11.55 |
| Sonora | Norte Rio Fuerte | 51 | | 56 m | 12-May-82 | 5 | 105.04 | 120.89 | 111.37 | 8.03 |
| Sonora | Norte Isla Tiburón | 27 | | 45 m | 14-Mar-85 | 41 | 76.03 | 106.96 | 89.92 | 6.93 |
| Sonora | Cancas de Las Guasmas | 14 | | 88 m | 13-Feb-87 | 1 | 44.29 | 44.89 | 44.89 | |
| Sonora | Punta Anabolesa | 14 | | 88 m | 12-Mar-85 | 2 | 88.15 | 90.14 | 89.15 | 1.41 |

| Estado | Localidad | Estación | Localidad | Profundidad | Fecha de colecta | n | Mínimo | Máximo | Promedio | DE |
|---------|------------------|----------|-----------|-------------|------------------|----|--------|--------|----------|------|
| MEXICO | | | | | | | | | | |
| B.C.E | Bahía García | 13A | | 105m | 25-Abr-86 | 1 | 97.00 | 97.00 | 97.00 | |
| Sinaloa | Punta Placeres | C2 | | 76m | 25-Ene-82 | 5 | 41.49 | 52.85 | 45.22 | 4.16 |
| Sinaloa | Macatlan | 38A | | 40 m | 12-Mar-89 | 20 | 88.13 | 91.18 | 86.04 | 2.34 |
| Sinaloa | Bahía Sta. María | 39 | | 85 m | 28-Mar-80 | 8 | 86.87 | 86.80 | 81.83 | 4.39 |
| Sinaloa | Bahía Sta. María | 39 | | 86 m | 28-Mar-80 | 1 | 83.02 | 83.02 | 83.02 | |
| Sinaloa | Rio San Lorenzo | 4 | | 70m | 27-Mar-80 | 7 | 85.42 | 104.14 | 97.05 | 7.50 |
| Sinaloa | Rio San Lorenzo | 4 | | 135 m | 14-Mar-82 | 51 | 88.27 | 119.63 | 99.94 | 9.52 |
| Sinaloa | Barra de Tonala | 23 | | 140 m | 10-May-82 | 1 | 90.52 | 90.52 | 90.52 | |

| Estado | Localidad | Estación | Localidad | Profundidad | Fecha de colecta | n | Mínimo | Máximo | Promedio | DE |
|----------|--------------------------|----------|-----------|-------------|------------------|---|--------|--------|----------|------|
| COLOMBIA | | | | | | | | | | |
| Estado | Fla a Guascaira (Tumaco) | | | | 07-Ago-87 | 2 | 119.86 | 122.00 | 120.93 | 1.56 |
| clave | UICR 1983-2 | | | | | | | | | |
| n | | | | | | | | | | |
| Mínimo | | | | | | | | | | |
| Máximo | | | | | | | | | | |
| Promedio | | | | | | | | | | |
| DE | | | | | | | | | | |

* Datos proporcionados por el Dr. Munroe de NMNH.

** Datos tomados de la publicación de Beebe & Tee-Van (1938).

4.2 Morfología de las dos especies del género *Citharichthys*: *C. fragilis* y *C. gordae*

4.2.1 Morfometría

Un total de 235 individuos (160 de *C. fragilis* y 75 de *C. gordae*) fueron medidos de acuerdo a Hubbs & Lagler (1958) con un vernier digital con precisión de 0.01 mm y error de 0.02 mm (Digimatic, Mitutoyo, Japón). Se registraron 15 medidas: longitud total (LT), longitud estándar (LE), profundidad del cuerpo (PC), longitud de la cabeza (LC), diámetro ocular superior (DO), anchura interorbital (AI), longitud de la mandíbula superior (LM), longitud del hocico al ojo superior (LO1), longitud del hocico al ojo inferior (LO2), longitud de la aleta pectoral (LAPe), longitud de la aleta pélvica (LAP), longitud de la aleta dorsal (LAD), longitud de la aleta anal (LAA), anchura del pedúnculo caudal (APC) y anchura de la base de la aleta pectoral (LBAPe) (Figura 2 y Anexo 1).

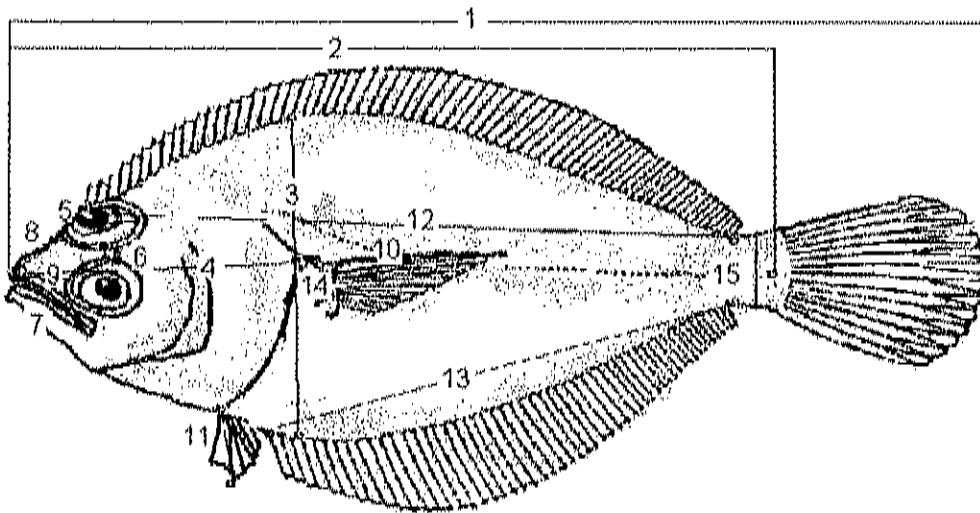


Figura 2. Morfometría establecida para peces tomado de Hubbs & Lagler (1958): 1. Longitud Total, 2. Longitud Estándar, 3. Profundidad del cuerpo, 4. Longitud de la cabeza, 5. Diámetro del ojo superior, 6. Anchura interorbital, 7. Longitud de la mandíbula superior, 8. Longitud del hocico al ojo superior, 9. Longitud del hocico al ojo inferior, 10. Longitud de la aleta pectoral, 11. Longitud de la aleta pélvica, 12. Longitud de la aleta dorsal, 13. Longitud de la aleta anal, 14. Anchura de la base de la aleta pectoral, y 15. Anchura del pedúnculo caudal.

4.2.2 Merística

Los conteos realizados para todos los especímenes fueron: el número de radios de las aletas dorsal, anal, pectoral (lado ocular y ciego), pélvica (lado ocular y ciego) y caudal, el número de escamas en la línea lateral, y el número de branquiespinas en el arco superior e inferior (Anexo 1).

Se realizaron análisis estadísticos ANOVA no paramétrico (Kruskal-Wallis U-Test) y comparaciones múltiples con el método de Dunn, empleando el programa estadístico Sigma Stat versión 2.1 para comparar los valores merísticos y morfométricos de *C. fragilis* y *C. gordae*.

4.2.3 Análisis de Entrecruzamiento

Para el análisis de entrecruzamiento se creó una caracterización sistemática en la geometría de los peces que permitiera encontrar diferencias en las especies (Figura 3). En 44 organismos de cada especie se fijaron 9 puntos de referencia ("landmarks") que forman el enrejado o entrecruzado, logrando de éstas un total de 13 mediciones determinantes para obtener una matriz de datos (Anexo 1).

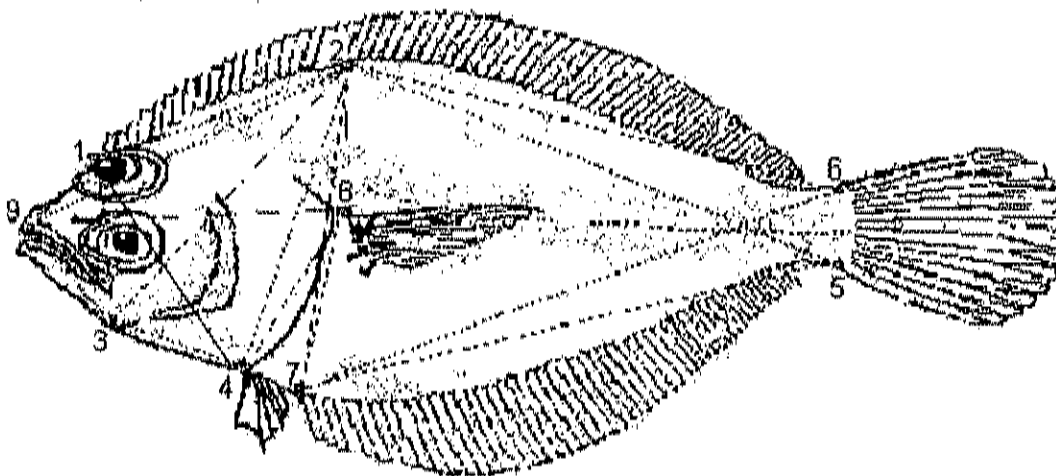


Figura 3. Puntos de referencia ("landmarks") establecidos por Humphries *et al.* (1981) para las mediciones del análisis de entrecruzamiento de *C. fragilis*, *C. gordae*, *S. ovale* y *S. longidorsale*: 1. Ojo, 2. Parte más alta del cuerpo, 3. Inserción del preopérculo, 4. Inserción de la aleta pélvica, 5. Inserción inferior de la aleta caudal, 6. Inserción superior de la aleta caudal, 7. Inserción inicial de la aleta anal, 8. Inserción de la aleta pectoral, 9. Punta del hocico.

A las mediciones obtenidas se les aplicó un análisis multivariado (análisis de componentes principales y análisis de discriminantes) y un análisis de discriminantes por la forma en relación a la talla de acuerdo a Humphries, *et al.* (1981). ($H = PCI1 - \alpha(\beta_1 PCI1 + \beta_2 PCI2)$), utilizando los paquetes estadísticos STATISTICA versión 5.1y MVSP versión 2.1.

Una vez identificados los caracteres morfológicos claves que marcaron variación en el análisis multivariado, se les realizó una prueba de t-student (o bien la prueba no paramétrica de Mann-Whitney si no eran normales y homoscedásticos), para comprobar si son significativas las diferencias entre las dos especies *C. fragilis* y *C. gordae*.

4.2.4 Localización geográfica y comparación de caracteres morfométricos y merísticos de *Citharichthys fragilis* y *C. gordae* entre las zonas de colecta.

Con base en los resultados de los análisis estadístico y multivariado antes mencionados se realizó una comparación entre las poblaciones con el fin de tratar de encontrar un gradiente de variación morfológica, así como merística, de acuerdo a la ubicación geográfica de la colección de los organismos.

Para este análisis se identificaron solo 5 zonas de colecta de las 8 mencionadas en la Figura 4 debido a que las otras tres zonas no tenían suficiente número de individuos para poder ser evaluados: 1. Estero Tastiota, Sonora; 2. Isla Tiburón, Sonora; 3. Mazatlán, Sinaloa; 4. Río San Lorenzo y Bahía Santa María, Sin.; y 5. Bahía de California, California E.E.U.U.; de las cuales se compararon los caracteres morfológicos y merísticos correspondientes mediante el método de Kruskal-Wallis Análisis de varianza por rangos de una vía y comparaciones múltiples por el método de Dunn, empleando el programa estadístico Sigma Stat versión 2.1.

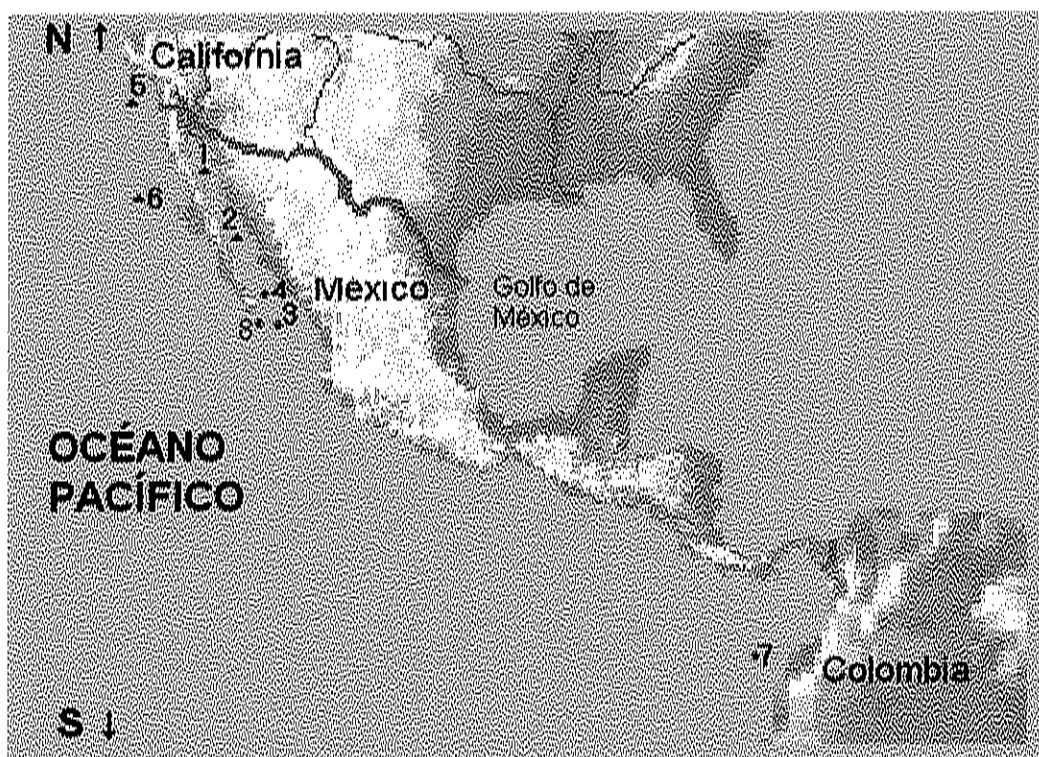


Figura 4. Zonas de colecta de *Citharichthys fragilis* y *C. gordae* en el Pacífico Oriental: 1. Estero Tastiota, Sonora; 2. Isla Tiburón, Sonora; 3. Mazatlán, Sinaloa; 4. Río San Lorenzo y Bahía Santa María, Sinaloa; 5. Bahía de California, California E.E.U.U.; 6. Bahía Santa Inés, B.C.; 7. La Guascama, Tumaco, Colombia y 8. Banco Gorda, B.C.S.

4.3 Procedencia de los especímenes preservados del género *Syacium*: *S. ovale* y *S. longidorsale*.

Los especímenes examinados proceden de la colección ictiológica del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Unidad Mazatlán, Sinaloa, México (CIAD) (Tabla 2, Figura 5). Incluye organismos donados por la Estación de la Secretaría de la Marina en Topolobampo Sinaloa y recolectados por barcos camaroneros del área; así como especímenes recolectados por la Cooperativa de Producción Pesquera "Tiburón-Bagre", a bordo del barco camaronero "Güero E" y donados por el propietario Víctor Manuel Campa Sánchez.



Figura 5. Foto de *Syacium longidorsale* (A) y *S. ovale* (B) en fresco.

Tabla 2. Resumen de los datos de colecta de los especímenes examinados de *Syacium ovale* y *S. longidorsale*. Desviación estándar (DE).

| <i>Syacium ovale</i> | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------------------|---------------------|----------------------|-----------|------------------|----|--------|--------|----------|-------|
| MEXICO | | | | | | | | | | |
| Estado | Clave | Posición | Localidad | Muestra | Fecha de colecta | n | Mínimo | Máximo | Promedio | DE |
| B.C.S. | BIP19803 | | La Paz | Syo7 | 22-Ago-1998 | 3 | 68.27 | 96.86 | 81.66 | 14.38 |
| Sinaloa | CIAD/MAZ 1997-16 | 23°05.9' 106°27.0' | Mazatlán | Syo1 | 19-Nov-1997 | 10 | 142 | 193 | 153.67 | 26.03 |
| Sinaloa | CIAD/MAZ 1998-1 | 22°37.0' 105°49.0' | Las Cabras | Syo8 | 28-Feb-1998 | 11 | 76.81 | 111.37 | 95.72 | 13.63 |
| Sinaloa | CIAD/MAZ 1998-11 | | *Area de Topolobampo | Syo3/Syo8 | 5-Ene-1998 | 21 | 92.09 | 149.4 | 122.85 | 12.01 |
| Sinaloa | CIAD/MAZ 1998-12 | | *Area de Topolobampo | Syo4 | 7-Ene-1998 | 10 | 109.76 | 134.11 | 122.99 | 8.42 |
| Sinaloa | CIAD/MAZ 1998-13 | | *Area de Topolobampo | Syo12 | 6-Ene-1998 | 5 | 104.46 | 133.28 | 115.79 | 10.70 |
| Sinaloa | CIAD/MAZ 1998-14 | | *Area de Topolobampo | Syo5 | 12-Mar-1998 | 10 | 114.56 | 152.92 | 136.28 | 10.24 |
| Sinaloa | CIAD/MAZ 1998-15 | | ** Area de Escuinapa | Syo11 | 27-Abr-1998 | 5 | 65.34 | 142.84 | 94.43 | 25.97 |
| Sinaloa | CIAD/MAZ 1998-16 | | **Area de Mazatlán | Syo9 | | 11 | 70.04 | 119.67 | 83.35 | 15.55 |
| Sinaloa | CIAD/MAZ 1998-17 | | **Area de Mazatlán | Syo10 | | 8 | 65.34 | 98.39 | 79.56 | 11.19 |
| Sinaloa | CIAD/MAZ 2000-2 | 23°05.9' 106°27.4' | Mazatlán | Syo2 | 5-Feb-2000 | 9 | 101.6 | 128.06 | 110.19 | 8.73 |
| Sinaloa | CIAD/MAZ 2002-2 | 23° 04.6' 106°25.9' | Mazatlán | | 10-Dic-2002 | 17 | 111.88 | 153.00 | 142.45 | 14.25 |
| <i>Syacium longidorsale</i> | | | | | | | | | | |
| MEXICO | | | | | | | | | | |
| Estado | Clave | Posición | Localidad | Muestra | Fecha de colecta | n | Mínimo | Máximo | Promedio | DE |
| Sinaloa | CIAD/MAZ 1997-16 | 23°05.9' 106°27.5' | Mazatlán | Syo1 | 19-Nov-1997 | 5 | 73.53 | 83.5 | 77.63 | 3.91 |
| Sinaloa | CIAD/MAZ 1997-17 | 23°05.9' 107°36.0' | Mazatlán | Syo3/Syo4 | 27-Nov-1997 | 15 | 73.96 | 90.64 | 79.93 | 5.70 |
| Sinaloa | CIAD/MAZ 1998-18 | | **Area de Escuinapa | Syo2 | | 5 | 89.88 | 118.8 | 108.43 | 12.16 |
| Sinaloa | CIAD/MAZ 2002-2 | 23° 04.6' 106°25.9' | Mazatlán | | 10-Dic-2002 | 17 | 90.98 | 138.09 | 115.44 | 14.60 |

* Donados por la Estación de la Secretaría de la Marina en Topolobampo, Sinaloa; colectadas por barcos camaroneros del área.

** Colectados por la Cooperativa de Producción Pesquera "Tiburón-Bagre", a bordo del barco camaronero "Guero E" y donado por el propietario Victor Manuel Campa Sánchez.

4.4 Morfología del género *Syacium*: *S. ovale* y *S. longidorsale*

4.4.1 Morfometría y Merística

Un total de 118 individuos frescos (93 *S. ovale* y 25 *S. longidorsale*) y 60 individuos preservados (30 *S. ovale* y 30 *S. longidorsale*) fueron medidos de acuerdo a Hubbs y Lagler (1958) con un vernier digital con precisión de 0.01 mm y error de 0.02 mm (Digimatic, Mitutoyo, Japón). Se tomaron las mismas medidas y se realizaron los mismos conteos antes mencionados para el género *Citharichthys* (Figura 2 y Anexo 4).

Con los datos merísticos y morfométricos se realizó un análisis estadístico empleando el programa estadístico Sigma Stat versión 2.1, para probar la hipótesis nula de la igualdad entre ambas especies *S. ovale* y *S. longidorsale*, con respecto a los caracteres claves. La proporción en porcentaje entre la longitud del hocico y el diámetro ocular superior (LH/DO·100) descrita como carácter clave por Murakami & Amaoka (1992), fue sometida a una prueba de Mann-Whitney debido a que los datos no eran normales y homocedásticos, para comprobar si eran significativas las diferencias entre las dos especies *S. ovale* y *S. longidorsale*.

4.4.2 Análisis de entrecruzamiento

Se midieron treinta y siete individuos preservados (18 *S. ovale* y 19 *S. longidorsale*) conforme al análisis de entrecruzamiento, siguiendo los puntos

de referencia mencionados anteriormente para el género *Citharichthys* (Figura 3).

Se les aplicó un análisis multivariado (análisis de componentes principales, análisis de discriminantes y agrupamiento "cluster") a las mediciones obtenidas, utilizando los paquetes estadísticos STATISTICA versión 5.1 y Excel 97.

5.4 Análisis Bioquímico

Se analizaron 17 isoenzimas para intentar separar bioquímicamente a las especies *S. ovale* y *S. longidorsale*.

5.4.1 Muestreo de organismos

Se analizaron 118 organismos, 93 *S. ovale* y 25 *S. longidorsale*. De cada uno de los individuos se extrajo aproximadamente 1 g del músculo del cuerpo a la altura del extremo posterior de la aleta pectoral del lado ocular. Las muestras del músculo se obtuvieron de organismos frescos (mismo día de colecta) y de animales congelados enteros (1 a 15 días después de la colecta). Las muestras se almacenaron individualmente en tubos Eppendoff de 1.5 ml en un ultracongelador (VWR Mod. A8520-SUF14, REVCO, EE.UU.) a una temperatura de -80°C .

5.4.2 Análisis de isoenzimas

Las muestras se maceraron en frío (temperatura cercana a los 4 °C) con homogeneizador manual de plástico, hasta obtener una sustancia pastosa. Los homogeneizados se mantuvieron en refrigeración a 4 °C hasta su análisis bioquímico que se realizó mediante la técnica de electroforesis de isoenzimas en geles de almidón al 12% (Murphy *et al.*, 1990) (Anexo 7, Figura 1 y 2).

Con el fin de determinar el grupo de enzimas y amortiguadores (buffers) adecuados (Anexo 5) para este estudio, se llevó a cabo una estandarización de la técnica con las siguientes enzimas: Aspartato aminotransferasa (AAT), Enzima málica (ME), Esterasas (EST), Fosfoglucomutasa (PGM), Glicerol-3-fosfato dehidrogenasa (G3PDH), Glucosa dehidrogenasa (GDH), Glucosa-6-fosfato isomerasa (GPI), Isocitrato dehidrogenasa (IDH), Lactato dehidrogenasa (LDH), α Glucosa fosfato dehidrogenasa (α GPDH), Malato dehidrogenasa (MDH), Alcohol dehidrogenasa (ADH), Isocitrato dehidrogenasa (IDH), Superoxi dismutasa (SOD), Proteínas sarcoplásmicas (SP), Creatin kinasa (CK) y Glucosa-6-fosfato dehidrogenasa (G6PDH).

Con la tinción de las isoenzimas (Murphy *et al.*, 1990) (Anexo 6) se obtuvieron zimogramas o fenotipos donde se aprecian los patrones de bandas coloridas que indican el desplazamiento de las isoenzimas analizadas.

Considerando a las especies y el número de organismos examinados, se llevó a cabo un registro de los zimogramas, con el fin de observar el patrón de diferenciación entre *S. ovale* y *S. longidorsale*, evaluando la distancia recorrida de la enzima de cada organismo.

El tejido analizado para este trabajo fue únicamente el músculo ya que los demás tejidos no se pudieron evaluar porque los individuos que se colectaron provienen de la fauna de acompañamiento en la pesca de camarón, donde al realizar arrastres de 3 a 4 horas aproximadamente, se dañan los organismos que por su pequeña talla y grosor son frecuentemente maltratados en el copo de la red.

La cantidad de loci que se obtuvo en este estudio proviene de la evaluación que se realizó en el músculo esquelético de los peces analizados. Los amortiguadores discontinuos utilizados para este trabajo fueron el Poulik y TEC 7.0. Los cuales se consideran como discontinuos (Richardson *et al.*, 1986; Nickrent & Wood, 2000), ideales cuando no se cuenta con tejido en optimas condiciones o bien tiene cierto tiempo de almacenaje, ya que da una buena intensidad de bandas, sin embargo no revelan el polimorfismo de la enzima (Nickrent & Wood, 2000).

5. RESULTADOS

Un estudio detallado del conjunto de los especímenes disponibles y catalogados como *C. fragilis* y/o *C. gordae* permitió distinguir dos grupos basándose en: algunos caracteres merísticos y morfométricos, patrones de coloración, ubicación geográfica y sustrato donde habitan.

5.1 Estudio morfológico de *Citharichthys fragilis* y *C. gordae*

El tamaño de la cabeza es significativamente menor ($H = 57.712$, $P = <0.001$) en los especímenes identificados como *C. fragilis* (Figura 6), un 9.6% en juveniles de 33 a 70 mm y un 8.3% en adultos de 70 a 126 mm (en porcentaje de la longitud estándar), comparado con *C. gordae*.

En la tabla 1 del anexo 2 se muestra el promedio e intervalo de la longitud cefálica en porcentaje de la longitud estándar para *C. fragilis*, 28.10% (23.76-37.03%) y para *C. gordae*, 35.58% (25.11-39.13%) respectivamente. Existe un amplio traslape de los valores, aunque los promedios muestran una separación entre ambas especies.

Los radios de la aleta dorsal y anal, son significativamente mayores en número en *C. fragilis* que en *C. gordae* ($H = 114.844$, $P = <0.001$ y $H = 118.686$, $P = <0.001$, respectivamente). En *C. fragilis* los radios dorsales van de 76-92 (moda = 86, 16% de los especímenes), presentando un pequeño traslape con los de *C. gordae* 68-79 (moda = 73; 16% de los especímenes) (Figura 7). En *C. fragilis* los radios anales van de 59-73 (moda = 68, 24% de

los especímenes), presentando un pequeño traslape con los de *C. gordae* 53-63 (moda = 58; 16 % de los especímenes) respectivamente (Figura 8).

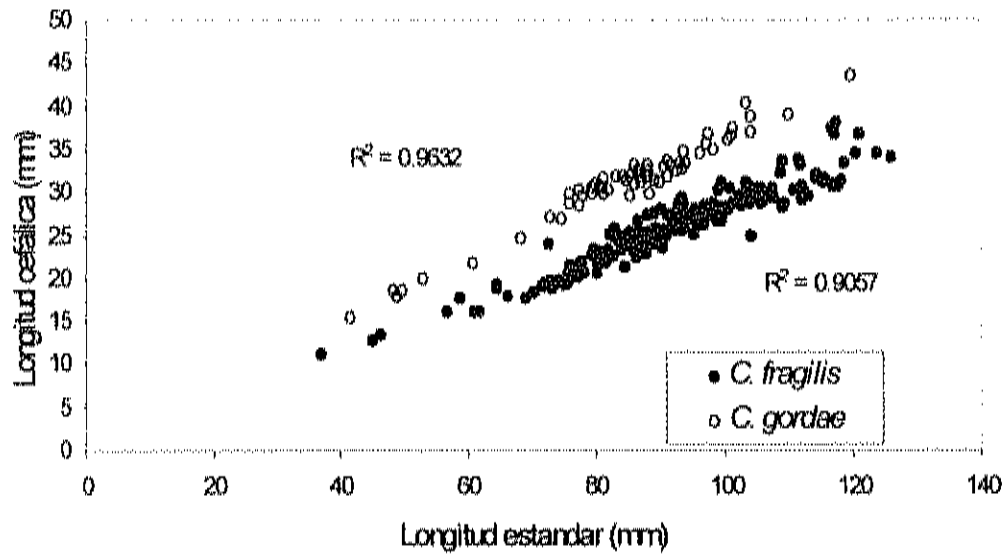


Figura 6. Relación entre la longitud cefálica y la longitud estándar de *Citarichthys fragilis* y *C. gordae*.

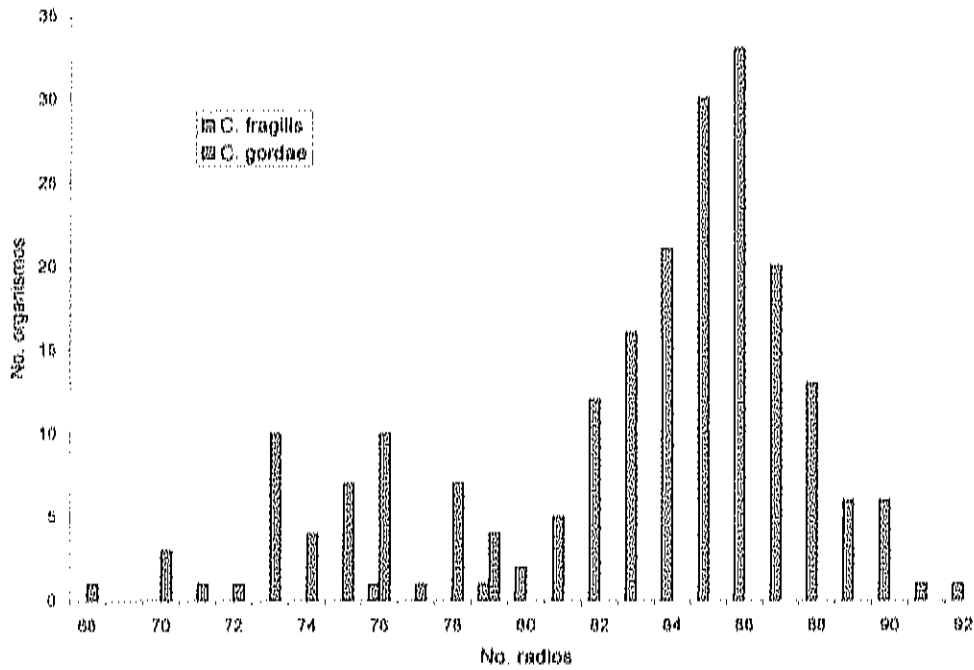


Figura 7. Distribución de frecuencias del número de radios de la aleta dorsal de *Citharichthys fragilis* y *C. gordae*.

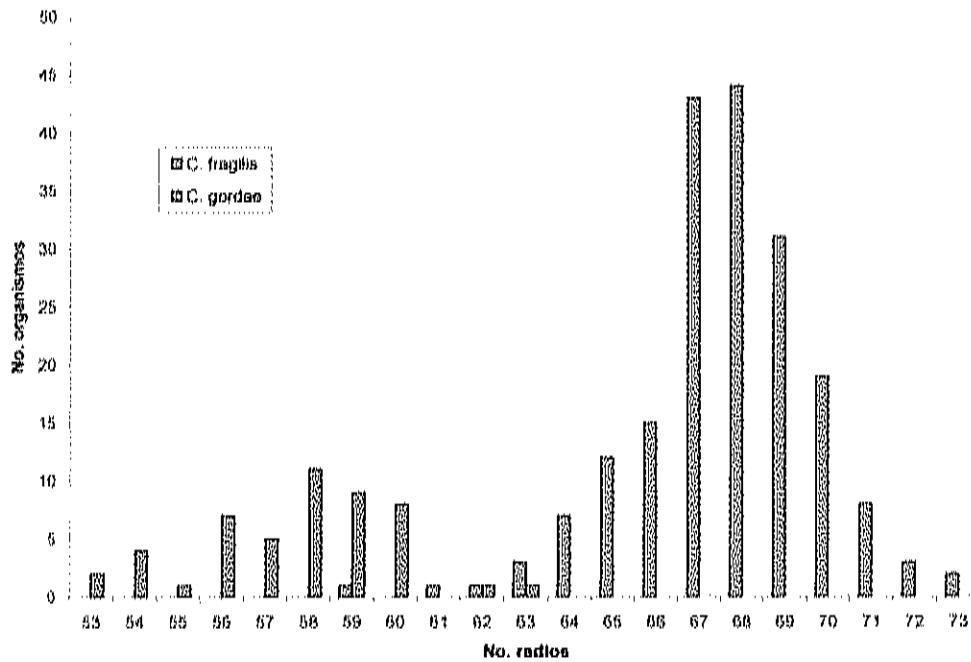


Figura 8. Distribución de frecuencias del número de radios de la aleta anal de *Citharichthys fragilis* y *C. gordae*.

5.2 Análisis de entrecruzamiento

El análisis de entrecruzamiento, utilizando el análisis de componentes principales no proporcionó una separación clara entre *C. fragilis* y *C. gordae*. Como resultado de la incorporación de todos los datos morfométricos, con excepción de la longitud cefálica se obtuvo un patrón de variación entre las dos especies, apoyando los resultados obtenidos del estudio morfológico (Figura 9). La longitud cefálica se excluyó debido a que tenía "excesivo peso" sobre los demás caracteres considerados. Al graficar se encuentra a *C. fragilis* con una orientación hacia el cuadrante de las abscisas positivas y *C. gordae* hacia el cuadrante de las abscisas negativas.

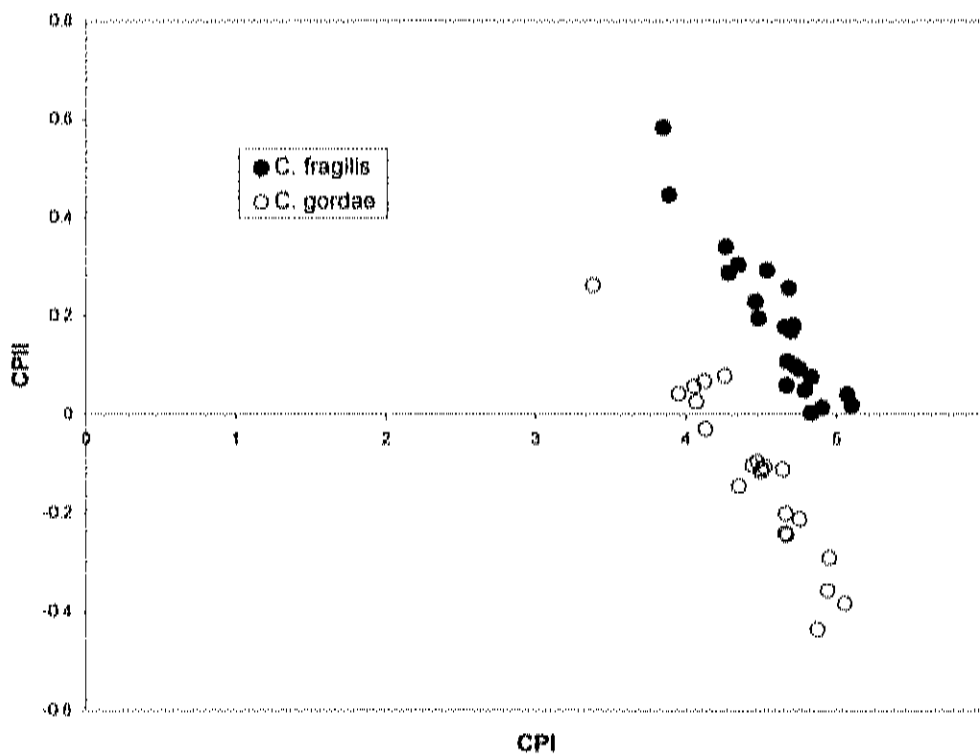


Figura 9. Primer componente principal (CPI) contra el segundo componente principal (CPII), del análisis multivariado de las medidas morfométricas de *Citharichthys fragilis* y *C. gordae*. Se excluyó la longitud cefálica.

En el análisis de componentes principales con la matriz de datos transpuesta (evaluando a los caracteres de medición) (Figura 10), los caracteres clave que marcan variación para las dos especies *C. fragilis* y *C. gordae* son: la anchura interorbital (AI) con el valor mayor, la longitud de las aletas dorsal (LAD) y anal (LAA), la distancia desde la parte mas alta del cuerpo a la inserción inferior de la aleta caudal (LCAUI), la distancia desde la inserción de la aleta anal a la inserción superior de la aleta caudal (ANCAUS), así como la distancia del ojo superior a la inserción de la aleta anal (ANOJO).

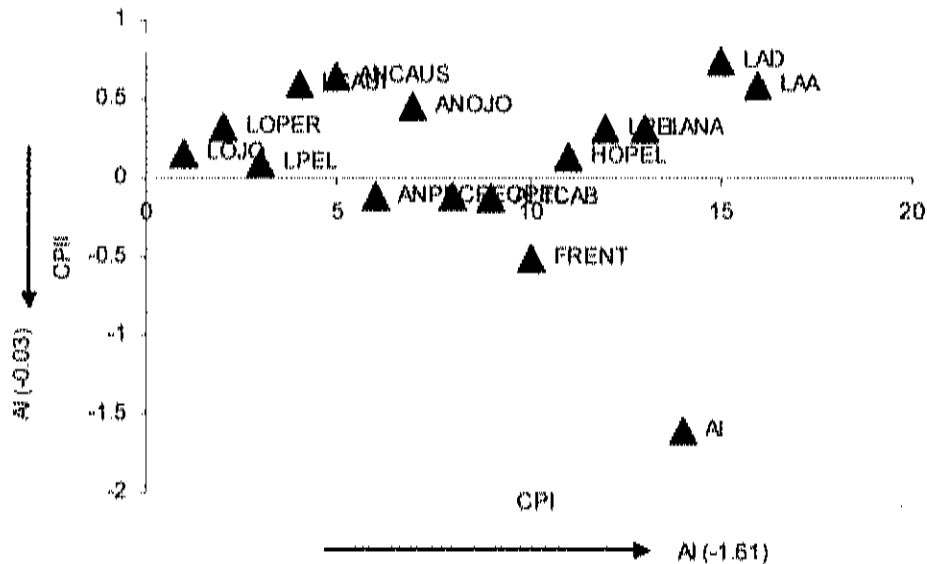


Figura 10. Primer componente principal (CPI) contra el segundo componente principal (CPII), del análisis multivariado de la matriz transpuesta de los datos morfométricos de *Citharichthys fragilis* y *C. gordae*. Se excluyó la longitud cefálica.

En el análisis de discriminación por la forma se muestra que la anchura interorbital (AI), la cual sigue con el valor mayor, así como LCAUI, ANCAUS, LAD, y LAA siguen siendo los caracteres que marcan la diferencia entre las dos especies, además de la distancia entre el punto más alto del cuerpo y la inserción de la aleta pectoral (LANA) (Figura 11).

A continuación, en las figuras 12 a 15, se compararon las variaciones en los caracteres clave LAD, LAA, LCAUI, ANCAUS, ANOJO, LANA expresados en porcentaje de la longitud estándar y AI expresado en la longitud cefálica, para las dos especies *C. fragilis* y *C. gordae*.

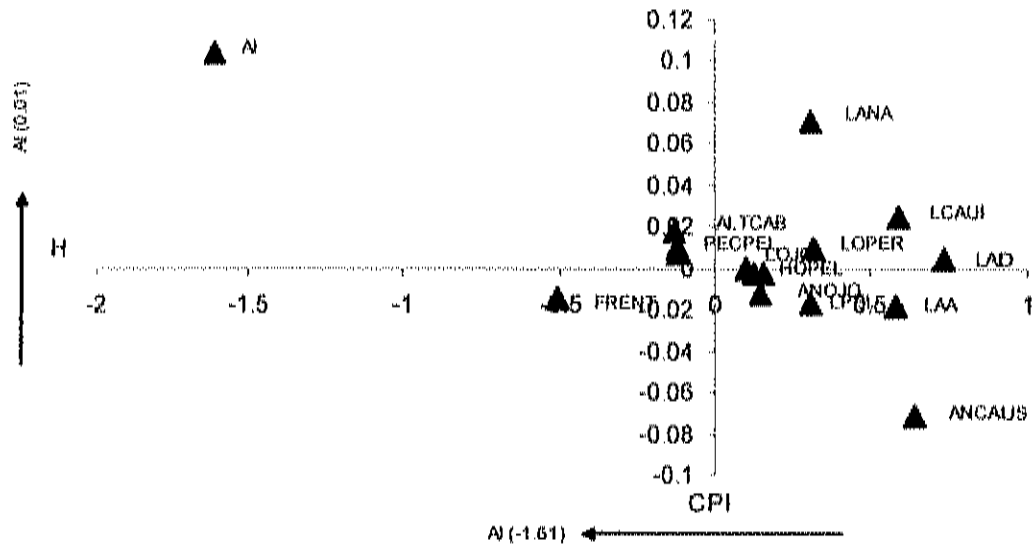


Figura 11. Primer componente principal (CPI) contra la variación de la discriminación por la forma (H) de la matriz transpuesta de los datos morfométricos de *Citharichthys fragilis* y *C. gordae*. Se excluyó la longitud cefálica.

En la tabla 1 del anexo 2 se muestran el promedio y los intervalos de LAD en porcentaje de la longitud estándar para *C. fragilis*, 90.95 (50.95-103.97)%, contra 87.73 (83.26-96.16)% para *C. gordae*. Para LAA, en porcentaje de la longitud estándar, los valores para *C. fragilis* y *C. gordae* son: 69.42 (53.10-77.50)% contra 64.58 (57.93-75.10)%, respectivamente.

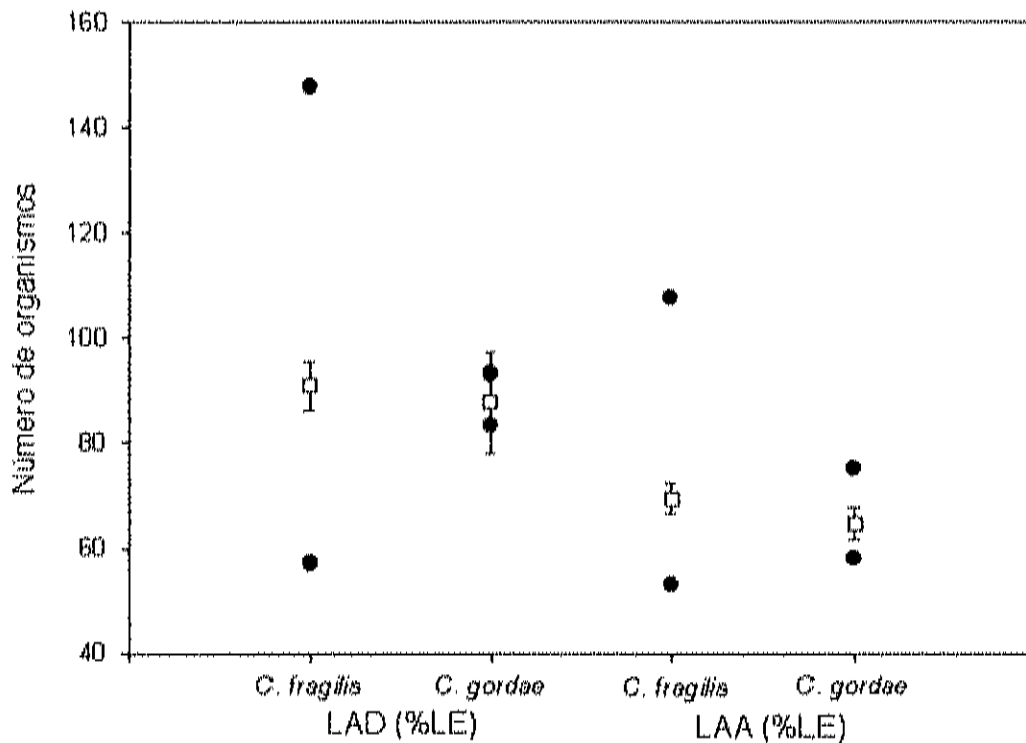


Figura 12. Promedio y desviación estándar, así como los valores máximos y mínimos (●) de la longitud de la aleta dorsal (LAD) y anal (LAA) en porcentaje de la longitud estándar (%LE) de *Citharichthys fragilis* (n=190) y *C. gordae* (n=73) respectivamente.

En la figura 12 se graficaron el promedio y desviación estándar, así como el valor máximo y mínimo de las medidas LAD y LAA en porcentaje de la longitud estándar para cada especie. Ambos caracteres son significativamente menores en *C. gordae* ($P < 0.001$) que en *C. fragilis* (Figura 16).

El promedio y los intervalos de LCAUI en porcentaje de la longitud estándar son 67.25 (61.60-71.64)% para *C. fragilis* contra 66.61 (50.91-73.43%) para *C. gordae*. Para ANCAUS en porcentaje de la longitud estándar, los valores son 74.35 (68.40-78.46)% contra 71.01 (59.02-77.02)%, respectivamente.

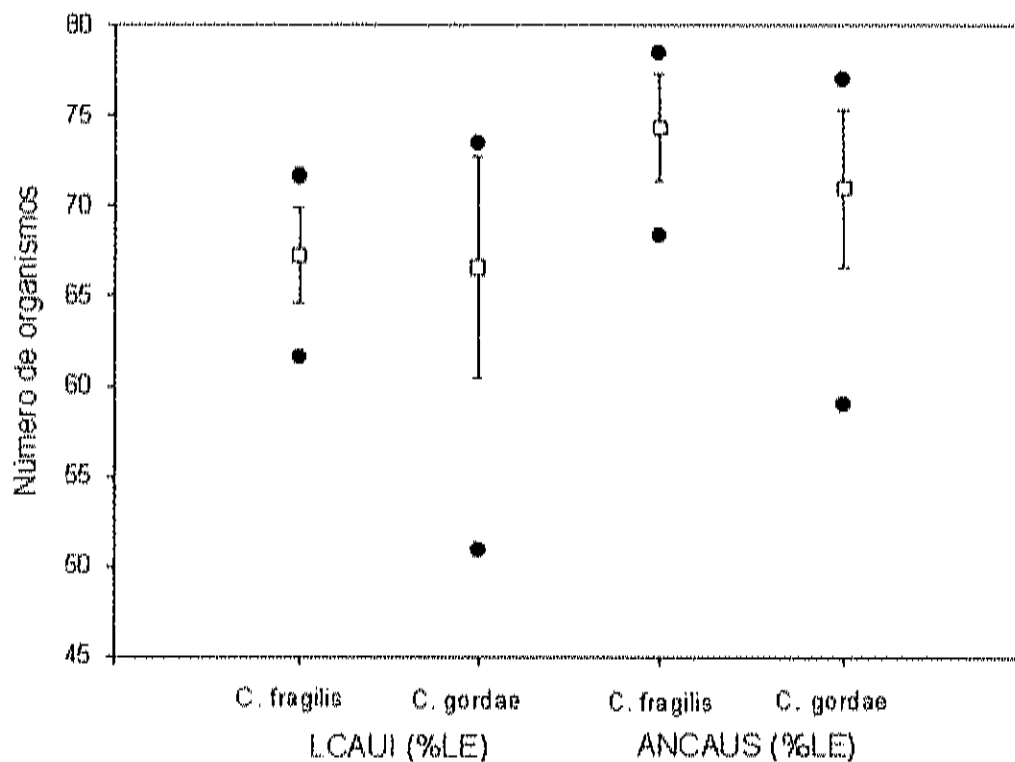


Figura 13. Promedio y desviación estándar, así como los valores máximos y mínimos (●) de la distancia desde la parte mas alta del cuerpo a la inserción inferior de la aleta caudal (LCAUI) y la distancia desde la inserción de la aleta anal a la inserción superior de la aleta caudal (ANCAUS) en porcentaje de la longitud estándar (%LE) de *Citharichthys fragilis* (n= 30) y *C. gordae* (n= 30).

El promedio y la desviación estándar de LCAUI y ANCAUS, en porcentaje de la longitud estándar, también muestran una diferencia entre ambas especies (Figura 13). En *C. fragilis* LCAUI y ANCAUS, son significativamente más grandes que en *C. gordae* ($P= 0.006$ y $P< 0.001$, respectivamente) (Figura 16).

El promedio y los intervalos de ANOJO, en porcentaje de la longitud estándar, son 31.69 (15.76-36.41)% para *C. fragilis* contra 36.15 (25.04-39.97)% para *C. gordae*. Para LANA en porcentaje de la longitud estándar

los valores son 39.21 (35.31-42.54)% contra 41.65 (38.25-44.23)%, respectivamente.

El promedio y la desviación estándar de ANOJO y LANA, en porcentaje de la longitud estándar, muestran una diferencia entre ambas especies (Figura 16).

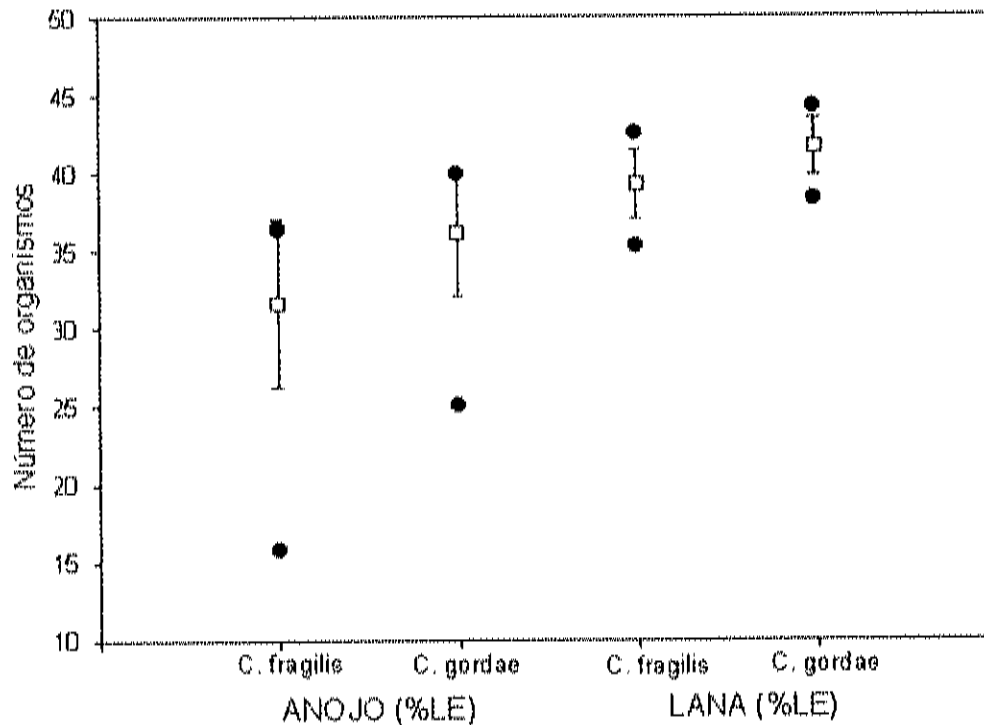


Figura 14. Promedio y desviación estándar, así como los valores máximos y mínimos (●), de la distancia del ojo superior a la inserción de la aleta anal (ANOJO) y la distancia entre el punto mas alto del cuerpo y la inserción de la aleta pectoral (LANA) en porcentaje de la longitud estándar (%LE) de *Citharichthys fragilis* (n=30) y *C. gordae* (n=30).

Sin embargo, estadísticamente no hay diferencias significativas entre *C. fragilis* y *C. gordae* en ANOJO ($P=0.33$); y LANA ($P=0.472$) (Figura 16).

El promedio y los intervalos de AI en porcentaje de la longitud cefálica (%LC) son de 3.34 (1.22-6.46)% para *C. fragilis* y 3.98 (1.89-5.77)% para *C. gordae* (Tabla 1, Anexo 2).

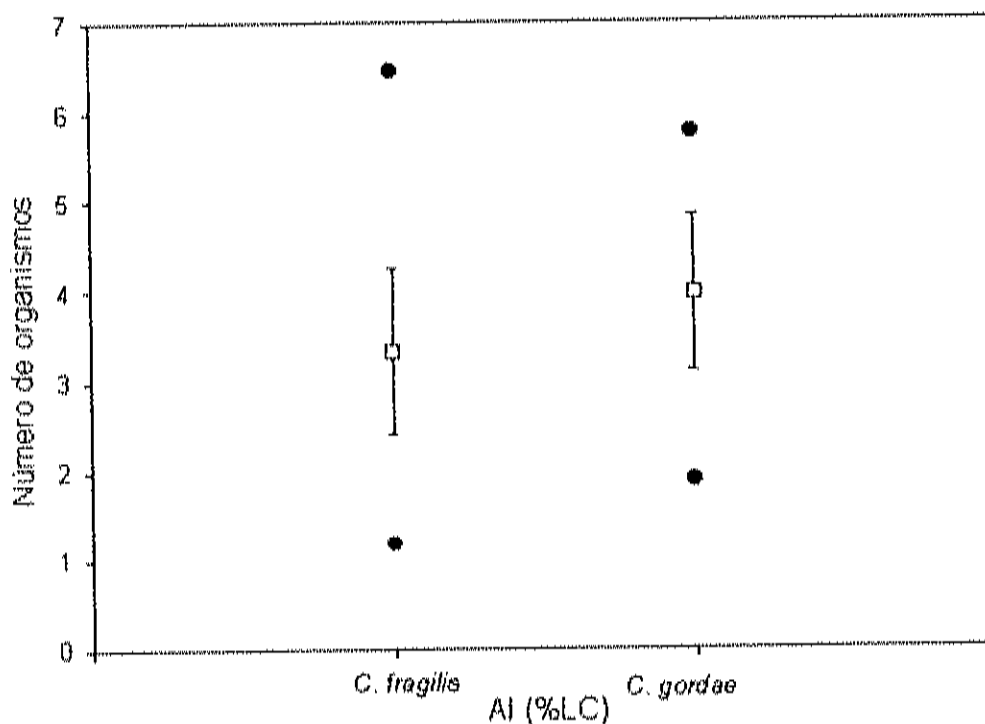


Figura 15. Promedio y desviación estándar, así como los valores máximos y mínimos (●), de la anchura interorbital (AI) en porcentaje de la longitud cefálica de *Citharichthys fragilis* (n=190) y *C. gordae* (n=73).

El promedio y desviación estándar de AI, en porcentaje de la longitud cefálica, muestran una diferencia entre ambas especies (Figura 15). Por otra parte AI es significativamente más reducida ($P < 0.001$) en *C. fragilis* que en *C. gordae* (Figura 17).

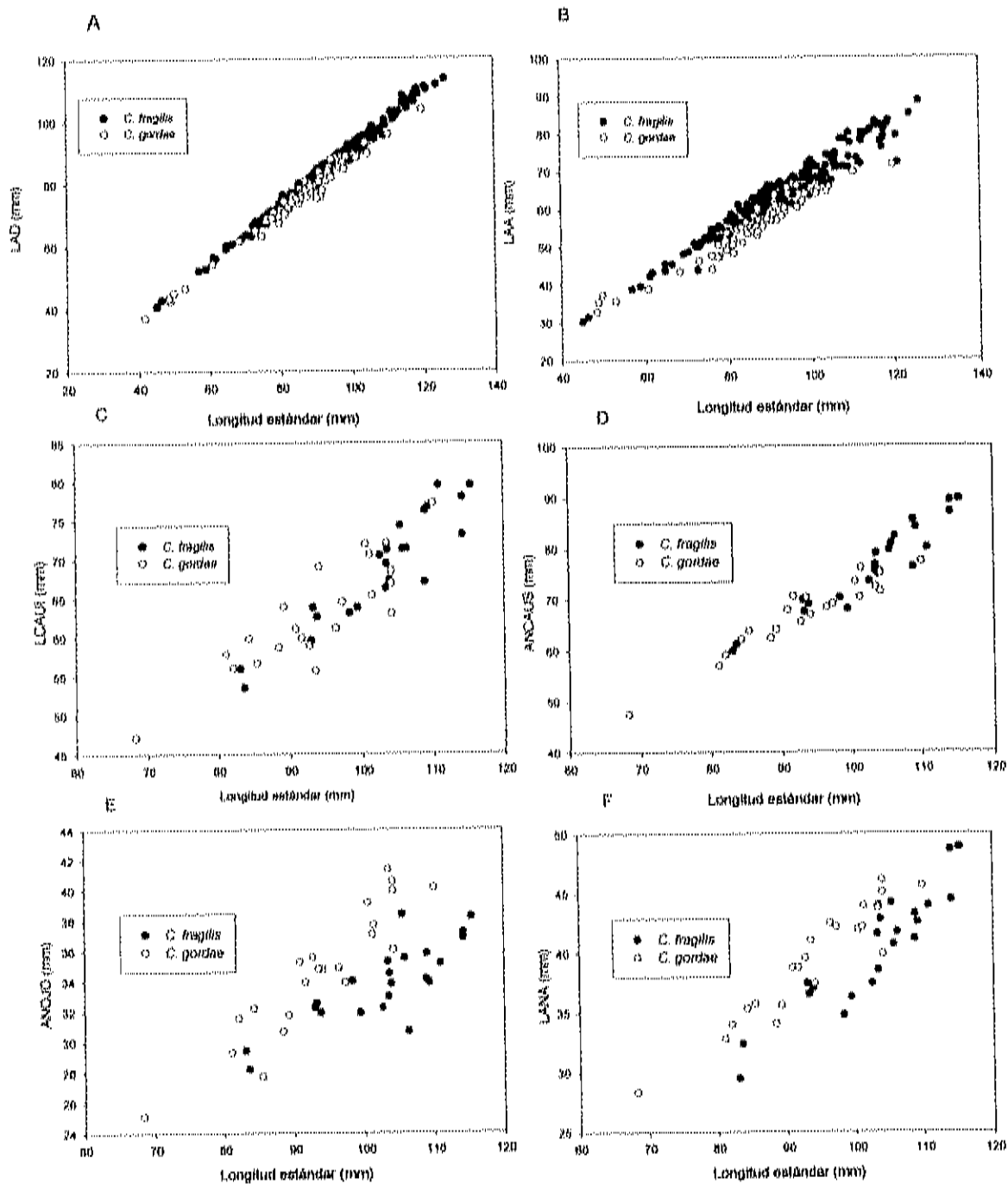


Figura 16. Relación entre los caracteres A. longitud de la aleta dorsal (LAD); B. longitud de la aleta anal (LAA); C. la distancia desde la parte mas alta del cuerpo a la inserción inferior de la aleta caudal (LCAUI); D. la distancia desde la inserción de la aleta anal a la inserción superior de la aleta caudal (ANCAUS); E. la distancia del ojo superior a la inserción de la aleta anal (ANOJO) y F. la distancia entre el punto mas alto del cuerpo y la inserción de la aleta pectoral (LANA), y la longitud estándar de *C. fragilis* y *C. gordan*. Para A, B, C y D hay diferencias significativas entre ambas especies.

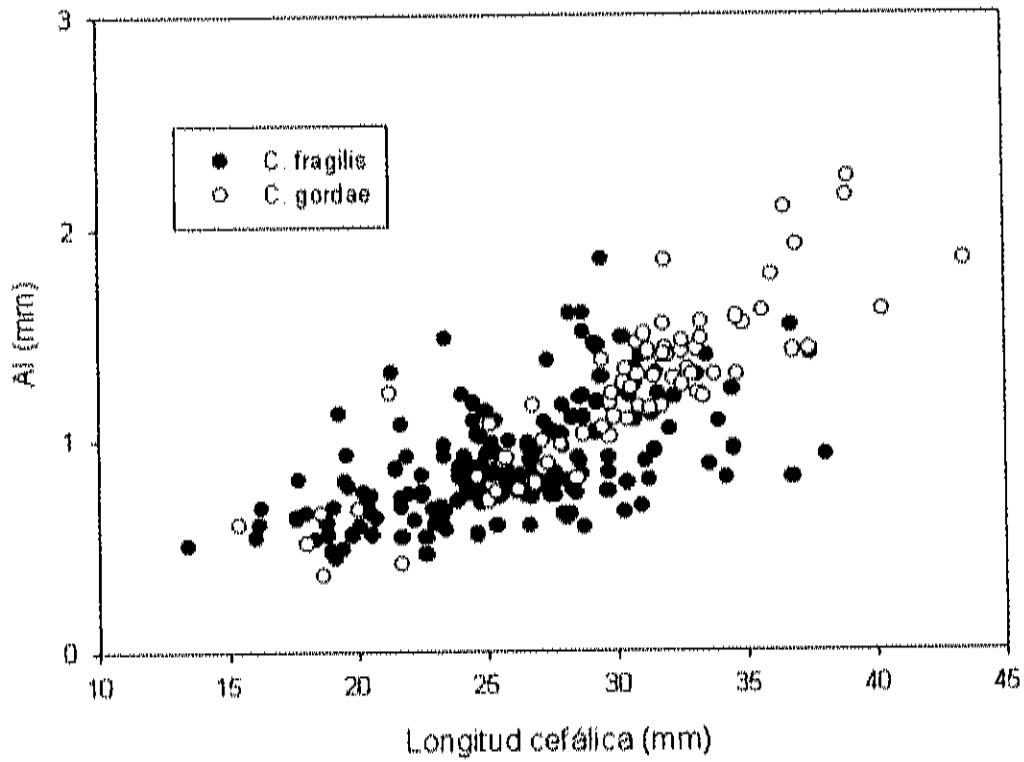


Figura 17. Relación entre la anchura interorbital (AI) y la longitud cefálica de *C. fragilis* y *C. gordaë*. Existe diferencias significativas entre ambas especies.

Tabla 2. Variables del primer componente principal (CPI), segundo componente principal (CPII), las pendientes (α y β) y el análisis de discriminación por la forma (H) de *Citharichthys fragilis* y *C. gordae*.

| Medidas de distancia | CPI | CPII | α | β | (H) |
|----------------------|-------|-----------|------------|-------------|-------------|
| LOJO | 0.16 | 0.02 | 0.85373502 | 0.03806831 | -0.00253565 |
| LOPER | 0.32 | 0.02 | 0.24925597 | 0.07050702 | 0.00939111 |
| LPEL | 0.1 | 9.21E-03 | 0.57052028 | 0.07514446 | -0.00033035 |
| LCAUI | 0.59 | 7.42E-03 | 0.89270222 | -0.0453173 | 0.02466441 |
| ANCAUS | 0.64 | 0.01 | 0.50898713 | 0.23448387 | -0.0714734 |
| ANPEC | -0.12 | 0.02 | 0.85630101 | 0.07610856 | 0.0106946 |
| ANOJO | 0.15 | -0.28 | 0.95318192 | -0.00711385 | -0.01209194 |
| PECPPEL | -0.12 | 6.95E-03 | 0.92259765 | 0.05893139 | 0.00706226 |
| ALTCAB | -0.13 | 5.58E-03 | 0.64911014 | 0.18551499 | 0.01761217 |
| FRENT | -0.51 | 0.02 | 0.85432988 | -0.04052141 | -0.01474211 |
| HOPEL | 0.13 | 3.41E-03 | 0.84063823 | 0.02652016 | -0.00235462 |
| LPEL | 0.31 | 5.41E-03 | 0.95513815 | 0.05710982 | -0.01666706 |
| LANA | 0.31 | 4.70E-03 | 0.35378876 | -0.61721276 | 0.07073035 |
| PC | 0.32 | 5.80E-03 | 0.24290168 | 0.67846974 | -0.04834226 |
| LC | 0.17 | -2.06E-03 | 0.62093341 | -0.28041752 | 0.02882076 |
| DO | -0.5 | 0.03 | 0.18065247 | 0.20249176 | 0.04287074 |
| AI | -1.61 | -0.03 | 0.40966606 | 0.18449662 | 0.10397701 |
| LM | -0.38 | 9.42E-03 | 0.41295567 | 0.29058626 | 0.05113233 |
| LO1 | -0.62 | -1.65E-04 | 0.69984913 | 0.05385092 | 0.03085424 |
| LO2 | -0.68 | 0.01 | 0.68879604 | -0.14482945 | -0.06472337 |
| LAPe | 0.02 | 0.02 | 0.76054347 | -0.04243534 | 0.00543461 |
| LAD | 0.74 | 0.01 | 0.94796783 | -0.00543546 | 0.00433327 |
| LAA | 0.58 | 0.02 | 0.1265199 | 0.49102981 | -0.01856292 |
| APC | -0.46 | 0.03 | 0.38219497 | -0.22320766 | -0.02070792 |
| LBAPe | -0.96 | 0.03 | 0.6475082 | -0.05609609 | -0.02429502 |

5.3 Comparación de caracteres morfométricos y merísticos de *Citharichthys fragilis* y *C. gordae* entre las zonas de colecta.

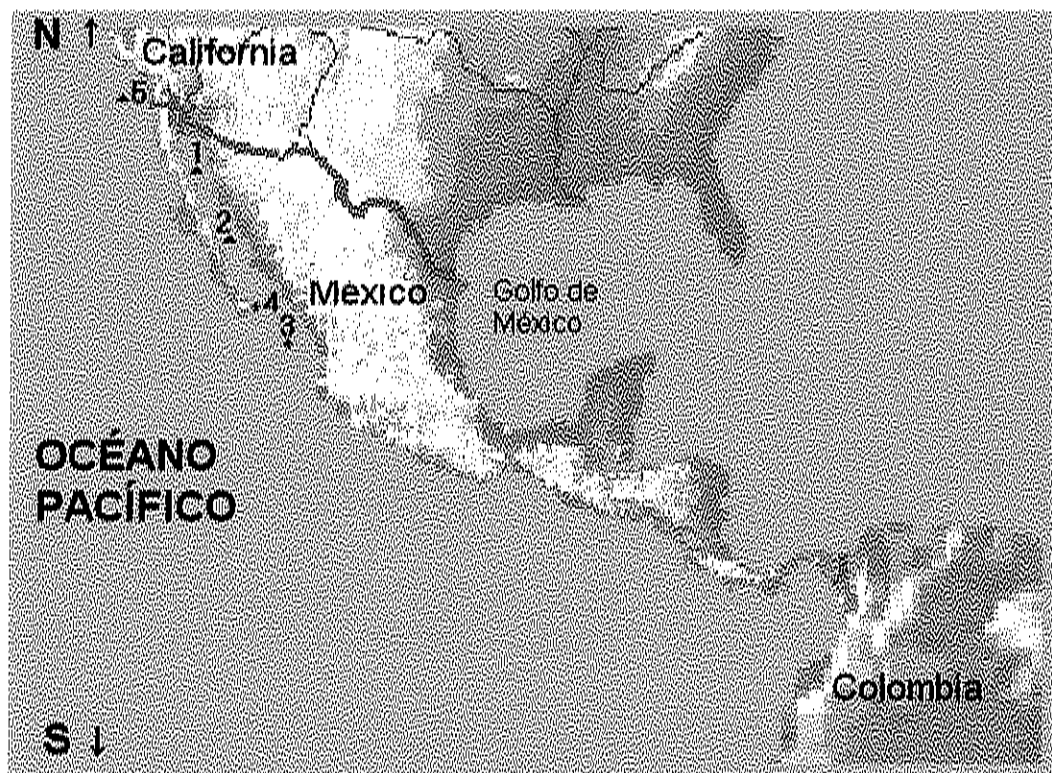


Figura 18. Zonas de colecta de *Citharichthys fragilis* (▲) y *C. gordae* (•) en el Pacífico Oriental evaluados para detectar un posible gradiente latitudinal en los caracteres morfométricos y merísticos de ambas especies. 1. Estero Tastiota, Son.; 2. Isla Tiburón, Son.; 3. Mazatlán, Sin.; 4. Río San Lorenzo y Bahía Santa María, Sin.; 5. Bahía de California, Cal. E.E.U.U.

Citharichthys fragilis (zona 1, 2 y 5; Figura 18) presenta una distribución disyunta; se encuentra en el área superior del Golfo de California, de Puerto Peñasco, Sonora, hasta Topolobampo, Sinaloa y del Sur de California, E.E.U.U. hasta el norte de Bahía Magdalena, B.C.S., en profundidades de

5.3 Comparación de caracteres morfométricos y merísticos de *Citharichthys fragilis* y *C. gordae* entre las zonas de colecta.

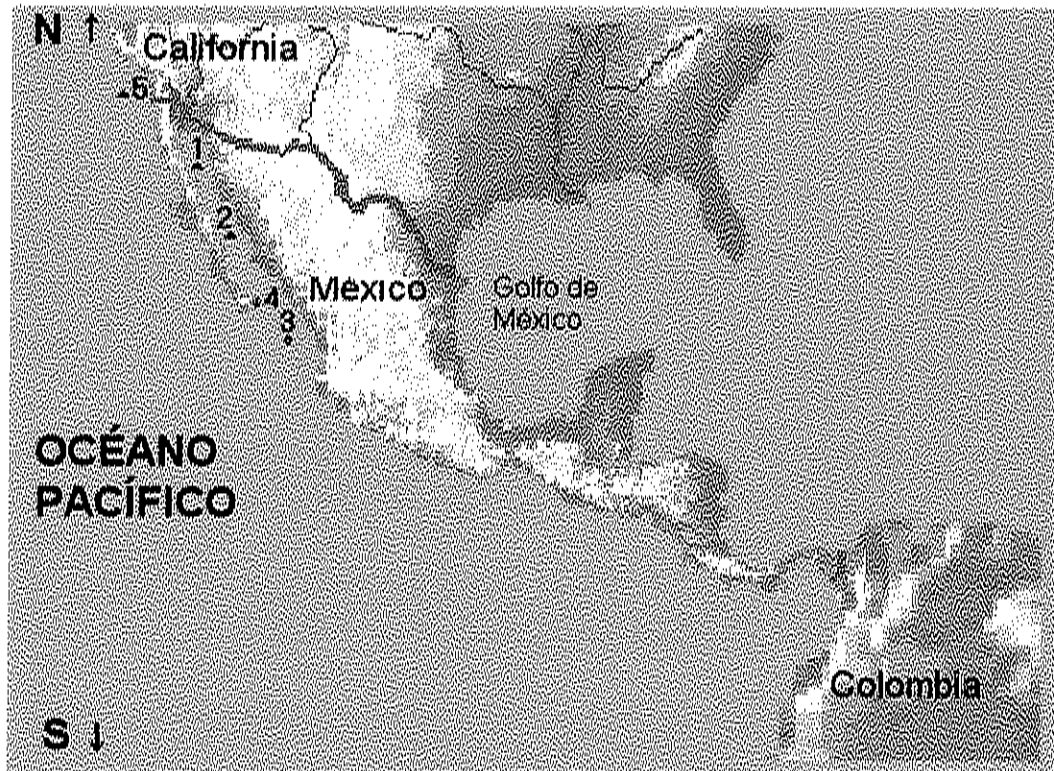


Figura 18. Zonas de colecta de *Citharichthys fragilis* (▲) y *C. gordae* (•) en el Pacífico Oriental evaluados para detectar un posible gradiente latitudinal en los caracteres morfométricos y merísticos de ambas especies. 1. Estero Tastiota, Son.; 2. Isla Tiburón, Son.; 3. Mazatlán, Sin.; 4. Río San Lorenzo y Bahía Santa María, Sin.; 5. Bahía de California, Cal. E.E.U.U.

Citharichthys fragilis (zona 1, 2 y 5; Figura 18) presenta una distribución disyunta; se encuentra en el área superior del Golfo de California, de Puerto Peñasco, Sonora, hasta Topolobampo, Sinaloa y del Sur de California, E.E.U.U. hasta el norte de Bahía Magdalena, B.C.S., en profundidades de

45-127 m y sobre substratos generalmente arenoso-arcilloso. *Citharichthys gordaë* (zona 3 y 4; Figura 18) se colectó en la parte sur del Golfo de California, en la región de Cabo San Lucas y Banco Gorda y en el sur de Sinaloa (Bahía Santa María, Río San Lorenzo y Mazatlán) hasta Colombia, encontrándose en profundidades de 40-140 m y sobre substratos generalmente arenoso-pedregoso (Tabla 2).

El empleo del análisis de varianza Kruskal-Wallis por rangos de una vía reveló que existen diferencias significativas en la longitud cefálica (en porcentaje de la longitud estándar) y el número de radios dorsales y anales de los organismos, entre las distintas zonas 1-5.

El método de Dunn (Tabla 3 a 5) indicó que para cada uno de los tres caracteres examinados, no existen diferencias significativas entre los organismos de las zonas 3 y 4 (*C. gordaë*), los que a su vez siempre son diferentes de los individuos provenientes de las demás zonas (1, 2 y 5) (*C. fragilis*).

Entre los individuos de las áreas 1 y 2 no hay diferencias significativas, sin embargo aquellos provenientes de la zona 5 son diferentes a los de las zonas 1 y 2 en la proporción de la cabeza (% LE) y ligeramente diferentes a los de la zona 2 en número de radios dorsales. No hay diferencias significativas entre las zonas 1, 2 y 5 con respecto al número de radios en la aleta anal.

Tabla 3. Análisis comparativo de la proporción de la longitud cefálica en porcentaje de la longitud estándar de los individuos de *Citharichthys fragilis* y *C. gordae*, entre las zonas de muestreo ($P < 0.05$).

| Zona | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Mediana | 28 ^a | 28.2 ^a | 37.6 ^b | 36.3 ^b | 26.5 ^c |

Tabla 4. Análisis comparativo del número de radios en la aleta dorsal de los individuos de *Citharichthys fragilis* y *C. gordae*, entre las zonas de muestreo ($P < 0.05$).

| Zona | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| Mediana | 85 ^a | 85 ^a | 73.5 ^b | 75 ^b | 83 ^a |

Tabla 5. Análisis comparativo del número de radios en la aleta anal de los individuos de *Citharichthys fragilis* y *C. gordae*, entre las zonas de muestreo ($P < 0.05$).

| Zona | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| Mediana | 67 ^a | 68 ^a | 55.5 ^b | 58 ^b | 66.7 ^a |

5.4 Comparación de los intervalos de los datos méristicos y morfométricos de *Citharichthys fragilis* y *C. gordae*.

Se compararon las mediciones y conteos obtenidos en el presente estudio con los intervalos reportados por otros autores (Gilbert, 1890, Norman, 1934, Beebe & Tee-Van, 1938 y Hensley, 1995). Se ampliaron en *C. fragilis* con

respecto a otros autores: la longitud cefálica (%LE) de 27.0-30.0 a 23.8-37.0%; diámetro ocular (%LC) de 34.0 a 19.0-37.5%; longitud de la mandíbula superior (%LC) de 36.0-42.0% a 27.3-46.0%. El número de radios se amplió para la aleta dorsal de 83-87 a 76-92; la aleta anal de 67-70 a 59-73 y número de escamas en la línea lateral de 44-50 a 39-54 (Tabla 6).

En *C. gordae* los intervalos que se incrementaron fueron: la profundidad del cuerpo (% LE) de 40.0-44.0 a 39.6-48.6%, longitud cefálica (%LE) de 36.0-37.0 a 25.1-39.1%, longitud de la mandíbula superior (%LC) de 33.0-36.0 a 31.8-52.9%; y en el número de radios de las aletas, la dorsal de 73-79 a 68-79, aleta anal de 57-62 a 53-63 y número de escamas en la línea lateral de 48-50 a 37-52 (Tabla 7).

Tabla 6. Comparación de las mediciones (mm), proporciones y conteos de especímenes de *Citharichthys fragilis* reportados por diferentes autores, con los de este estudio.

| | Gilbert (1990) | | Lectotipo | | Norman (1934) | | Hensley (1995) | | Presente estudio n = 190 | | |
|--|----------------|-------|-----------|--|---------------|--------|----------------|-------|-----------------------------|-------|------------------------|
| | USNM 044409 | | | | | | | | Intervalo | Media | Desviación estándar |
| Morfométricos | | | | | | | | | | | |
| Longitud total (mm) | 146 | 140 | 220 | | 39.57 | 150.5 | 111.54 | 18.48 | | | |
| Longitud estándar (mm) | 122 | | | | 33.15 | 126.05 | 92.03 | 15.61 | | | |
| Profundidad del cuerpo (% LE) | 37 | | 36-38 | | 30.77 | 47.73 | 40.43 | 1.59 | | | |
| Longitud de la cabeza (% LE) | 28 | | 27-30 | | 23.75 | 37.03 | 28.1 | 1.55 | | | |
| Díametro del ojo inferior (% LC) | 34 | | | | 18.98 | 37.54 | 31.14 | 2.84 | | | |
| Ancho interorbital (% LC) | 5 | | | | 2.22 | 6.45 | 3.94 | 0.64 | | | |
| Longitud de la mandíbula superior (% LC) | 36 | 2 2/3 | 38-42 | | 27.28 | 46.05 | 38.86 | 2.16 | | | |
| Longitud del hocico al ojo superior (% LC) | 21 | | | | 11.36 | 30.35 | 17.99 | 1.51 | | | |
| Longitud del hocico al ojo inferior (% LC) | 17 | | | | 14.09 | 30.97 | 21.82 | 1.73 | | | |
| Longitud de la aleta pectoral (% LE) | 18 | | | | 17.24 | 33.31 | 23.53 | 1.61 | | | |
| Longitud de la aleta pélvica (% LE) | 5 | | | | 5.96 | 14.47 | 9.24 | 1.35 | | | |
| Longitud de la aleta dorsal (% LE) | 83 | | | | 50.95 | 103.97 | 90.95 | 4.72 | | | |
| Longitud de la aleta anal (% LE) | 66 | | | | 53.1 | 77.5 | 69.42 | 2.76 | | | |
| Profundidad del pedunculo caudal (% LE) | 9 | | | | 8.78 | 12.62 | 10.26 | 0.63 | | | |
| Profundidad del pedunculo pectoral (% LE) | | | | | 3.15 | 5.19 | 4.1 | 0.33 | | | |
| Número de radios en las aletas | | | | | | | | | | | |
| Dorsal (lado ocular) | 53 | 83-87 | 80-88 | | 76 | 92 | 84.16 | 3.37 | | | |
| Anal (lado ocular) | 67 | 69 | 67-70 | | 54 | 73 | 66.97 | 3.03 | | | |
| Caudal | 17 | | 17 | | 17 | 18 | 17.01 | 0.1 | | | |
| Pectoral (lado ocular) | 11 | | | | 9 | 12 | 10.94 | 0.38 | | | |
| Pélvica (lado ocular) | 6 | | | | 5 | 7 | 6 | 0.15 | | | |
| Escamas en la línea lateral (lado ocular) | | 50 | 44-50 | | 39 | 54 | 47.14 | 2.28 | | | |
| Branquiespinas en el primer arco (lado inferior) | | 18 | 18 | | 15 | 20 | 17.53 | 0.88 | | | |
| Branquiespinas en el primer arco (lado superior) | | | | | 4 | 10 | 7.98 | 0.91 | | | |

Tabla 7. Comparación de las mediciones (mm), proporciones y conteos de especímenes de *Citharichthys gordae* reportados por diferentes autores, con los de este estudio.

| | Hsieh (1995) | | Presente estudio n = 73 | | Media | Desviación estándar |
|--|------------------------|----------|----------------------------|--------|-------|------------------------|
| | Beebe & Tee-Van (1938) | Holcippo | Intervalo | n | | |
| Morfométricos | | | | | | |
| Longitud total (mm) | 120 | 140 | 50.92 | 144.68 | 105 | 17.13 |
| Longitud estándar (mm) | 97 | | 41.49 | 119.63 | 85.77 | 14.12 |
| Profundidad del cuerpo (% LE) | 41.2 | 42-44 | 39.63 | 48.63 | 42.72 | 1.68 |
| Longitud de la cabeza (% LE) | 37.1 | 37 | 25.11 | 39.13 | 36.58 | 3.15 |
| Diámetro del ojo inferior (% LC) | 29.2 | | 22.24 | 36.77 | 26.33 | 2.19 |
| Ancho interorbital (% LC) | 3.6 | | 1.89 | 5.77 | 3.98 | 0.93 |
| Longitud de la mandíbula superior (% LC) | 33.3 | 33-36 | 31.8 | 52.92 | 35.64 | 2.76 |
| Longitud del hocico al ojo superior (% LC) | | 1 | 13.37 | 52.80 | 16.77 | 4.63 |
| Longitud del hocico al ojo inferior (% LC) | | | 16.84 | 29.00 | 19.74 | 1.55 |
| Longitud de la aleta pectoral (% LE) | 23.2 | | 19.36 | 29.42 | 24.58 | 1.72 |
| Longitud de la aleta pélvica (% LE) | | | 8.37 | 14.63 | 11.71 | 1.35 |
| Longitud de la aleta dorsal (% LE) | | | 3.26 | 93.16 | 87.73 | 9.7 |
| Longitud de la aleta anal (% LE) | | | 57.93 | 75.1 | 64.58 | 3.06 |
| Profundidad del pedunculo caudal (% LE) | | | 7.03 | 11.48 | 9.95 | 0.82 |
| Profundidad del pedunculo pectoral (% LE) | | | 3.26 | 6.53 | 4.26 | 0.44 |
| Número de radios en las aletas | | | | | | |
| Dorsal (lado ocular) | 76 | 73-79 | 68 | 79 | 75.9 | 4.57 |
| Anal (lado ocular) | 57 | 57-62 | 53 | 63 | 59 | 4.26 |
| Caudal | 12 | 17 | 17 | 17 | 17 | |
| Pectoral (lado ocular) | 12 | | 11 | 11 | 11 | |
| Pélvica (lado ocular) | | | 6 | 6 | 6 | |
| Escamas en la línea lateral (lado ocular) | 50 | 48-50 | 37 | 52 | 43.48 | 2.93 |
| Branquiespinas en el primer arco (lado inferior) | 19 | 17-19 | 14 | 19 | 17.12 | 0.94 |
| Branquiespinas en el primer arco (lado superior) | | | 6 | 10 | 8.1 | 1.09 |

5.5 Descripción de *Citharichthys fragilis* y *C. gordae*

5.5.1 *Citharichthys fragilis* Gilbert, 1890

Diagnóstico: Dentro del género, *Citharichthys fragilis* es una especie de talla media (LE máxima de 126.0 mm). Se caracteriza por la siguiente combinación de caracteres: cuerpo alargado, profundidad máxima poco menor de 50% de LE; cabeza grande (23.8% a 37.0% de LE), ojo superior alcanza el margen dorsal de la cabeza, diámetro ocular amplio (19.0% a 37.5% de LC). Hocico prominente. Los organismos fijados presentan del lado oculado una coloración amarillo pálido, del lado ciego más claro.

Descripción: Un resumen de los datos merísticos y morfométricos de los especímenes analizados así como las tablas de distribución de frecuencia de los conteos de número de radios, escamas y branquiespinas se encuentran en el Anexo 2. *Citharichthys fragilis* es de cuerpo alargado y poco profundo; profundidad máxima anterior a la parte media del cuerpo; cabeza relativamente grande (23.5% a 37.0% de LE), perfil poco arqueado posterior al ojo superior y poco cóncavo en la región dorsal del cuerpo, márgenes dorsales y ventrales del cuerpo casi recto en la mitad posterior; boca muy oblicua y ancha, maxila no alcanza el nivel de la mitad del ojo inferior; dientes pequeños uniseriados, de mayor tamaño en la parte anterior de las mandíbulas, sin llegar a ser caniniformes; hocico prominente, protuberante en la parte anterior; ojos de igual tamaño (19.0% a 37.5% de LC), alineados

al mismo nivel; ojo superior alcanza el borde de la cabeza; ancho interorbital de 2.2% a 6.4% de LC; la cresta interorbital alcanza la mandíbula superior frente al ojo inferior, posteriormente cruza el área interorbital diagonalmente, terminando detrás del ojo superior.

Línea lateral casi recta, con una ligera curva arriba de la aleta pectoral, continuando sobre el radio medio de la aleta caudal, escamas de la línea lateral 39-54 (moda = 45); escamas del cuerpo relativamente pequeñas, ctenoideas en el lado ocular y lado ciego, débilmente unidas al cuerpo y poco duraderas, a excepción de las escamas de la línea lateral (todos los especímenes perdieron casi todas las escamas).

Los primeros tres radios de la aleta dorsal se localizan sobre el lado ciego inmediatamente detrás del nostrilo anterior; radios dorsales 76-92 (moda = 86, 16% de los especímenes); radios anales 59-73 (moda = 68, 24% de los especímenes); radios pectorales en el lado ocular 9-12 (moda = 11, 98% de los especímenes), 7-12 (moda = 10, 99% de los especímenes) en el lado ciego; aletas pélvicas asimétricas, aleta del lado ocular un poco más larga que la del lado ciego, insertada sobre el margen abdominal un poco delante de la base de la aleta pélvica del lado ciego; radios pélvicos en el lado ocular 6 (solamente un ejemplar con 5 y uno con 7), en el lado ciego 6 (un ejemplar con 7); aleta caudal truncada redondeada con 17 radios (uno con 18).

Profundidad del pedúnculo caudal 8.8% a 12.6% de LE; branquiespinas largas y delgadas, 2-10 + 15-21 en el primer arco [moda en el arco superior = 8 (97% de los especímenes con 7-9), moda en el arco inferior = 17 (97%

de los especímenes con 16-19 branquiespinas)]. Abertura y papila urinaria sobre el margen abdominal, cerca del origen de la aleta anal.

Debido a la pérdida de las escamas y al fijador (formol 4%), la coloración es amarillo pálido. Aletas dorsal y anal con pigmentación poco definida pero con tendencia a oscurecer hacia los márgenes exteriores; aleta caudal similar pero más oscura en la punta; aleta pélvica así como la aleta pectoral del mismo color del cuerpo con pigmentación oscura en el extremo.

Lado ciego del cuerpo del mismo color al del lado ocular pero más tenue; aleta pectoral y pélvica del mismo color del cuerpo de ese lado.

Dimorfismo sexual secundario no aparente; por lo general los organismos examinados de mayor tamaño fueron hembras (n =76, 21 mm a 126 mm LE). La mayoría de las hembras de talla pequeña al igual que las grandes presentaron ovarios maduros.

Habitat y distribución: *Citharichthys fragilis* ha sido colectado sobre fondos arenosos lodosos a una profundidad de 45 a 127 m. Es una especie exclusivamente marina y conocida desde Manhattan Beach, California (EE.UU.), Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa (México) (Figura 15).

5.5.2 *Citharichthys gordae* Beebe & Tee-Van, 1938.

Diagnostico: Dentro del género, *Citharichthys gordae* es una especie de talla media (LE máxima de 119.6 mm). Se caracteriza por la siguiente

combinación de caracteres: cuerpo alargado, profundidad máxima poco menor de 50% de LE (39.6-48.6); cabeza muy grande (25.0% a 39.0% de LE), ojo superior alcanza el margen dorsal de la cabeza, diámetro ocular amplio (22.2% a 36.8% de LC). Hocico prominente. En organismos fijados presenta del lado ocular una coloración café claro, del lado ciego más claro, con algunas manchas irregulares.

Descripción: Un resumen de los datos merísticos y morfométricos de los especímenes analizados así como las tablas de distribución de frecuencias de los conteos de número de radios, escamas y branquiespinas se encuentran en el Anexo 2. *Citharichthys gordae* es alargado y poco profundo; profundidad máxima en la parte media del cuerpo; cabeza relativamente grande (25.0% a 39.0% de LE), perfil poco arqueado en la región cefálica y un poco cóncavo en la región dorsal del cuerpo; márgenes dorsales y ventrales del cuerpo casi rectos en la mitad posterior; boca muy oblicua y ancha, maxila no alcanza el nivel de la mitad del ojo inferior; dientes pequeños uniseriados caninos, de mayor tamaño en la parte anterior de las mandíbulas; hocico prominente, protuberante en la parte anterior; ojos de igual tamaño (22.2% a 36.8% de LC), alineados al mismo nivel; ojo superior sobre el borde de la cabeza; ancho interorbital de 1.9% a 5.8% de LC; la cresta interorbital alcanza la mandíbula superior frente al ojo inferior, posteriormente cruza el área interorbital diagonalmente, terminando detrás del ojo superior.

Línea lateral recta, con una ligera curva sobre la aleta pectoral, continuando hasta los radios medios de la aleta caudal, escamas de la línea lateral 37-52 (moda = 45; 15% de los especímenes); escamas del cuerpo relativamente pequeñas, ctenoideas en el lado ocular y lado ciego, unidas al cuerpo y duraderas.

Los primeros tres radios de la aleta dorsal se localizan sobre el lado ciego, detrás del nostrilo anterior; radios dorsales 68-79 (moda = 73; 16% de los especímenes); radios anales 53-63 (moda = 58; 16 % de los especímenes); radios pectorales en el lado ocular 11 (100% de los especímenes), 10-11 (moda = 10, 98% de los especímenes) en el lado ciego; aletas pélvicas asimétricas, aleta del lado ocular un poco más larga que la del lado ciego, insertada sobre el margen abdominal un poco delante de la base de la aleta pélvica del lado ciego; radios pélvicos en el lado ocular 6 (100% de los especímenes), en el lado ciego 6-7 (moda = 6, 99% de los especímenes); aleta caudal truncada redondeada con 17 radios.

Profundidad del pedúnculo caudal 3.2% a 6.3% de LE; branquiespinas largas y delgadas, 2-10 + 14-19 en el primer arco inferior, moda en el arco superior = 8, 97% de los especímenes, moda en el arco inferior = 17, 97% de los especímenes. Abertura y papila urinaria en el lado ciego, cerca del origen de la aleta anal. Lado ciego color hueso; aletas pectoral y pélvica del mismo color que el cuerpo de ese lado.

La coloración es café claro, algunas veces con pequeñas manchas tenues. Aletas dorsal y anal con pigmentación oscura en los márgenes exteriores;

aleta caudal con pigmentación oscura en la punta. Aletas pélvicas del mismo color que el cuerpo, con pigmentación oscura en el extremo así como en la aleta pectoral. Región opercular y línea lateral oscuras, aletas a veces moteadas o manchadas. Lado ciego sin manchas evidentes.

Dimorfismo sexual secundario no aparente; por lo general los organismos de mayor tamaño son hembras (n =24, de 72 mm a 103 mm de LE). La mayoría de las hembras de talla pequeña al igual que las grandes presentan ovarios maduros.

Habitat y distribución: *Citharichthys gordae* ha sido colectado sobre fondos pedregosos a una profundidad de 40-140 m. Especie marina. *C. gordae* es conocida desde las costas de Baja California Sur, Sinaloa (México) y Colombia.

5.6 Estudio morfológico de *Syacium ovale* y *S. longidorsale*

La proporción en porcentaje de la longitud del hocico en *S. ovale* y *S. longidorsale* no arrojó diferencias significativas, utilizando tanto especímenes frescos como preservados (en alcohol al 70% después de fijados en formol al 4%) ($P = 0.992$), entre *Syacium ovale* y *S. longidorsale* (Figura 19).

En la tabla 1 del anexo 4 se muestra el promedio e intervalos de la longitud del hocico en porcentaje del diámetro del ojo superior para *S. ovale* el cual fue de promedio 72.02% (57.38-95.15%) y para *S. longidorsale*, de 73.31% (57.14-97.32%), respectivamente.

En la figura 19 se graficaron el promedio y desviación estándar, así como el valor máximos y mínimos de la proporción de la longitud del hocico en porcentaje del diámetro ocular, donde se observa que no hay diferencias entre ellos.

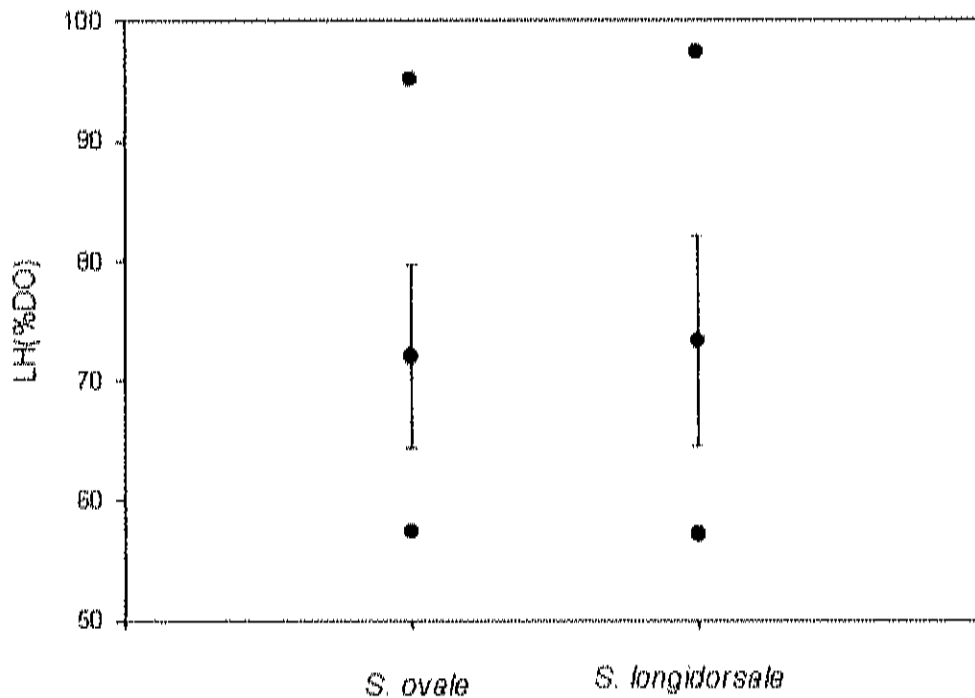


Figura 19. Promedio y desviación estándar, así como los valores máximos y mínimos (●), de la longitud del hocico (LH) en porcentaje del diámetro ocular superior (%DO) de *Syacium ovale* (n=16) y *S. longidorsale* (n=18).

Por otra parte, se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) en la longitud del hocico y el diámetro ocular, entre ambas especies.

Otro carácter importante es la longitud de la aleta pectoral que muestra un claro dimorfismo en *S. longidorsale*, siendo mucho más largo en los machos

que en las hembras, *S. ovale* no presenta este dimorfismo sexual. El promedio y la desviación estándar de la longitud de la aleta pectoral en porcentaje de la longitud estándar, graficado en la figura 20, muestra el claro dimorfismo de *S. longidorsale*, a diferencia de *S. ovale*.

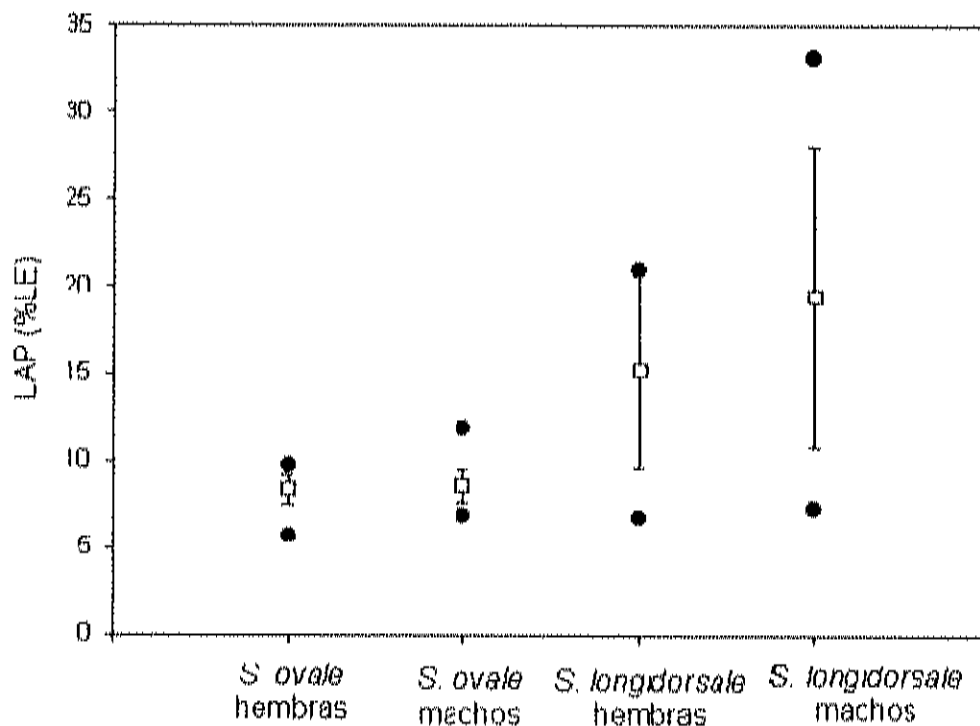


Figura 20. Promedio y desviación estándar, así como los valores máximos y mínimos (●), de la longitud de la aleta pectoral (LAP) en porcentaje de la longitud estándar (%LE) en hembras y machos de *Syacium ovale* (n=16) y *S. longidorsale* (n=18). * Indica que existen diferencias significativas entre ambas especies y entre sexos.

La longitud de la aleta pectoral, en porcentaje de la longitud estándar, es de 9.33 (5.69-26.54)% para *S. ovale* y 17.43 (6.72-33.10)% para *S. longidorsale* (Tabla 1, anexo 4).

5.7 Análisis de entrecruzamiento

Mediante el análisis de componentes principales se encontró un patrón de variación entre las especies *S. ovale* y *S. longidorsale* arrojando al eje de las abscisas negativas a *S. longidorsale* y a *S. ovale* al eje de las abscisas positivas (Figura 21).

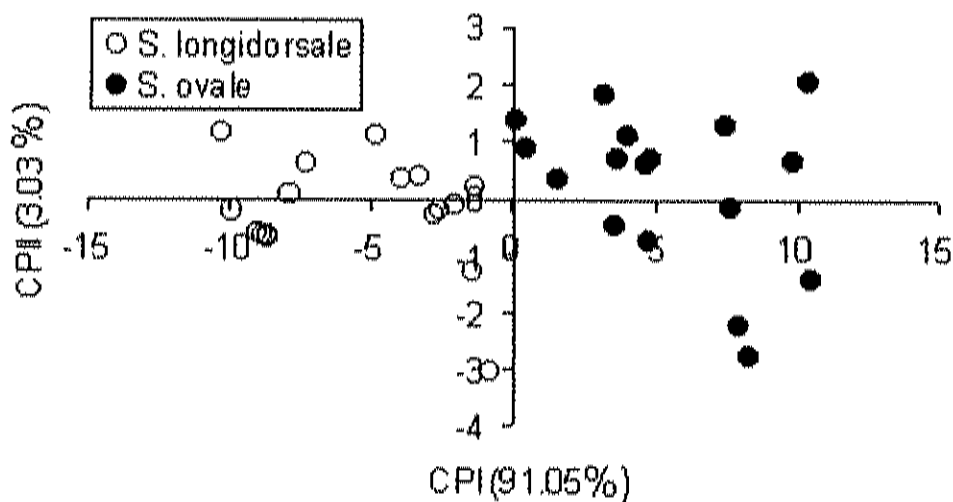


Figura 21. Primer componente principal (CPI) contra el segundo componente principal (CPII), del análisis multivariado de las medidas morfométricas de *Syacium ovale* y *S. longidorsale*.

En el análisis de entrecruzamiento, utilizando el análisis de componentes principales con la matriz de datos transpuesta, los caracteres de medición que presentan variación entre *S. ovale* y *S. longidorsale* son: la distancia desde la inserción de la aleta anal a la inserción superior de la aleta caudal (ANCAUS), la distancia desde la parte más alta del cuerpo a la inserción de la aleta pectoral (LCAUI), distancia desde de la parte más alta del cuerpo a

la inserción de la aleta pectoral (LANA) así como desde la inserción de la aleta pectoral a la inserción de la aleta pélvica (PECPEL) (Figura 22).

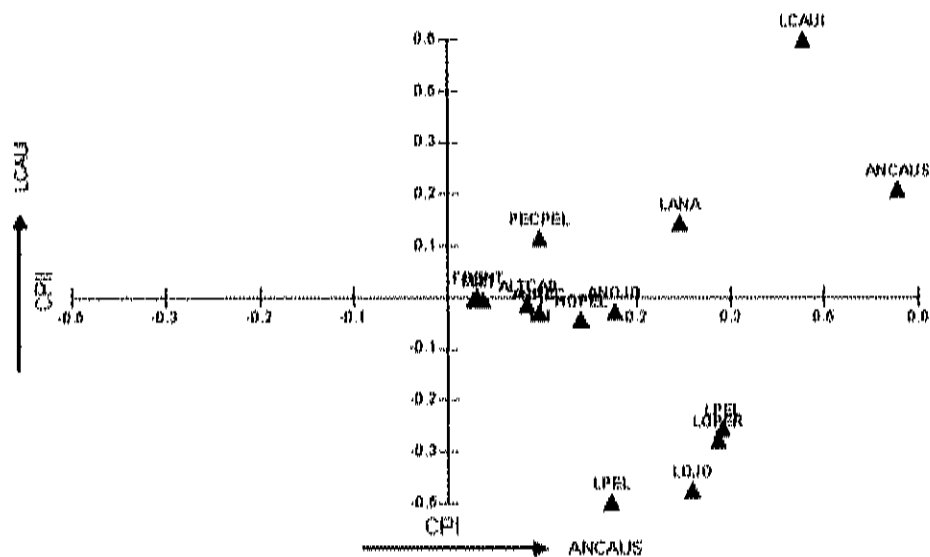


Figura 22. Primer componente principal (CPI) contra el segundo componente principal (CPII), del análisis multivariado de la matriz de datos transpuesta de los datos morfométricos de *Syacium ovale* y *S. longidorsale*.

Un análisis de agrupamiento (UPG y distancia euclidiana, no estandarizada) con los datos morfométricos hace más evidente la separación entre estas dos especies (Figura 23), separando a los dos grupos a una distancia de conexión de 43.

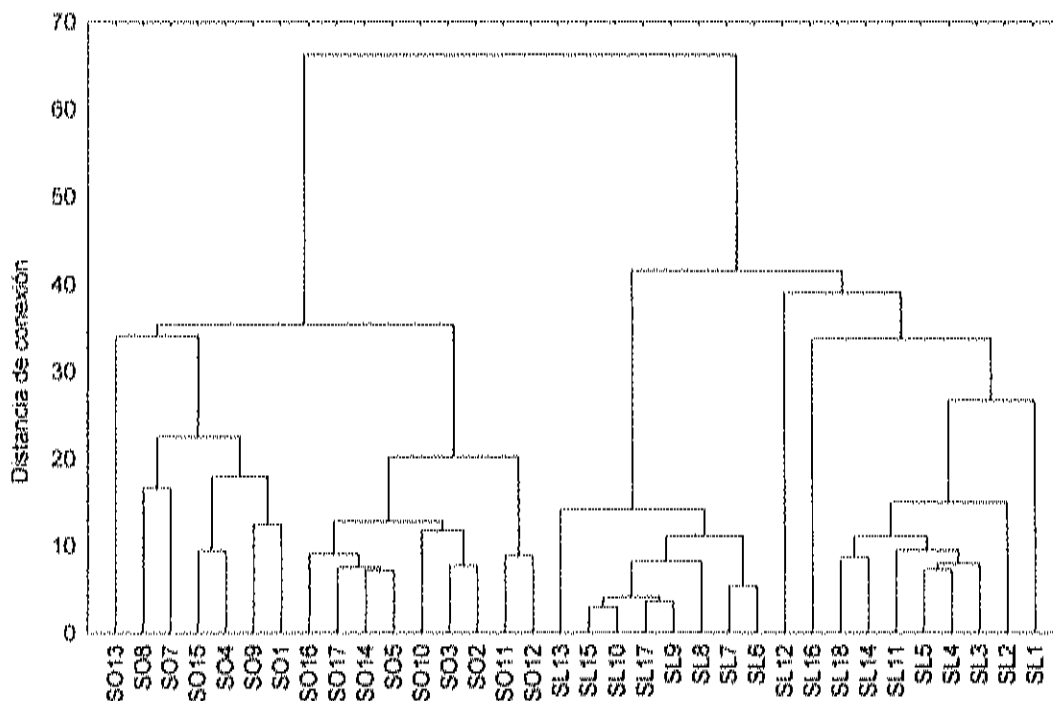


Figura 23. Análisis de agrupamiento (UPG y distancia euclidiana, no estandarizada) de los datos morfométricos de *Syacium ovale* (n= 16) y *S. longidorsale* (n= 18).

Los intervalos de LCAUI, en porcentaje de la longitud estándar, son 68.79 (61.1-75.52)% para *S. ovale* contra 71.30 (63.60-81.84)% para *S. longidorsale*. Para ANCAUS, en porcentaje de la longitud estándar, los valores son 81.36 (74.58-88.13)% contra 85.09 (80.77-98.81)%, respectivamente (Tabla 2, Anexo 4).

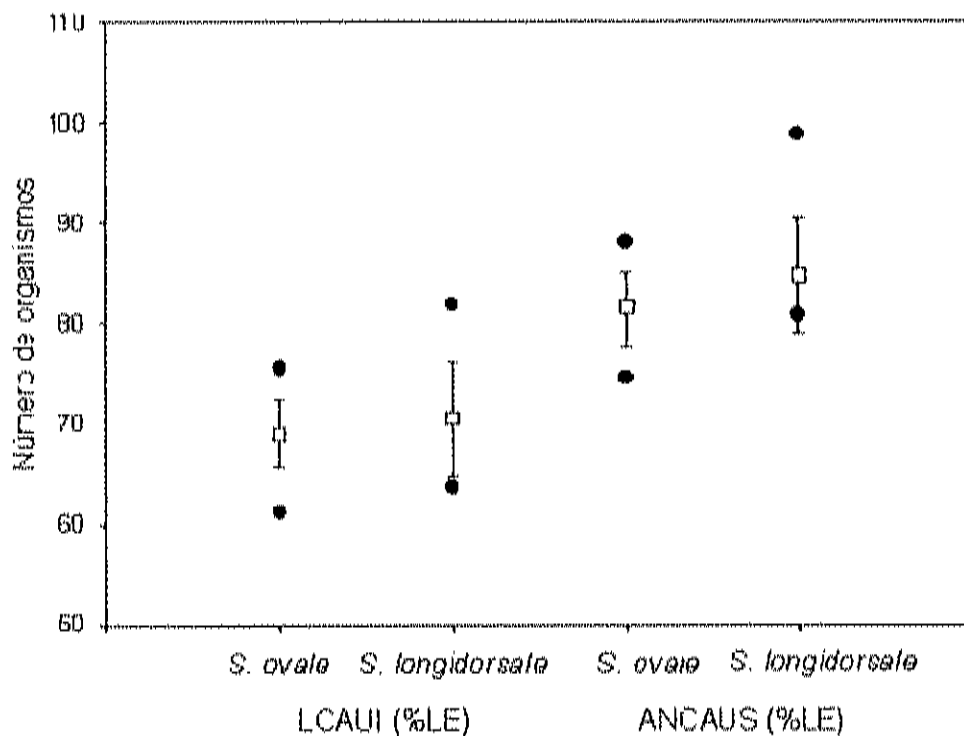


Figura 24. Promedio y desviación estándar, así como los valores máximos y mínimos (●), de la distancia desde la parte mas alta del cuerpo a la inserción inferior de la aleta caudal (LCAUI) y la distancia desde la inserción de la aleta anal a la inserción superior de la aleta caudal (ANCAUS) en porcentaje de la longitud estándar (%LE), de *Syacium ovale* (n= 16) y *S.longidorsale* (n=18).

En la figura 24 se graficaron el promedio y desviación estándar, así como el valor máximo y mínimo de las medidas LCAUI y ANCAUS en porcentaje de la longitud estándar, donde hay cierta diferencia entre ambas especies.

LCAUI no es significativamente diferente ($P = 0.073$) en cambio ANCAUS estadísticamente muestra una clara diferencia entre ambas especies, siendo en *S. longidorsale* mayor que en *S. ovale* ($P = 0.006$).

El porcentaje y los intervalos de LANA en porcentaje de la longitud estándar son 45.39 (41.96-47.84)% para *S. ovale* contra 46.39 (28.22-57.35)% para *S. longidorsale*. Para PECPEL en porcentaje de la longitud estándar los valores son 17.25 (16.12-18.45)% contra 18.24(16.88-23.49)%, respectivamente.

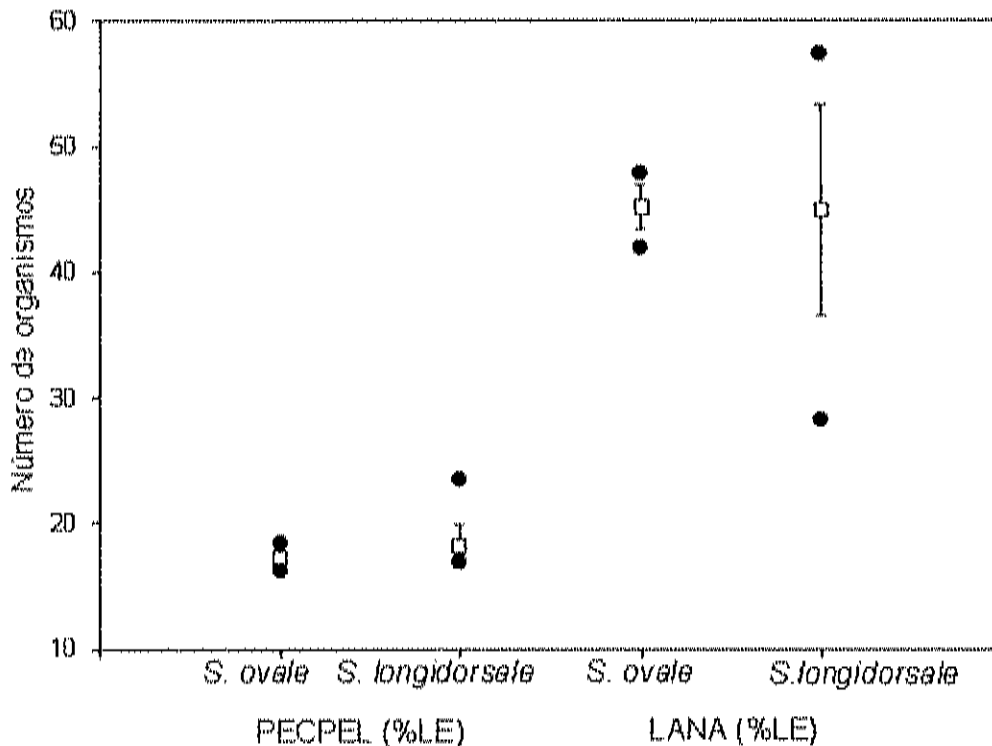


Figura 25. Promedio y desviación estándar, así como los valores máximos y mínimos (●), de la distancia desde de la parte más alta del cuerpo a la inserción de la aleta pectoral (LANA) así como desde la inserción de la aleta pectoral a la inserción de la aleta pélvica (PECPEL) en porcentaje de la longitud estándar (% LE) de *S. ovale* (n=16) y *S. longidorsale* (n=18)

El promedio y la desviación estándar de PECPEL y LANA, en porcentaje de la longitud estándar, así como el valor máximo y mínimo (Figura 25) muestra una mínima diferencia entre ambas especies. Sin embargo estadísticamente

PECPEL presenta diferencias significativas entre *S. ovale* y *S. longidorsale* ($P=0.014$) a diferencia de LANA ($P=0.41$).

5.8 Análisis Bioquímico

5.8.1 Variación isoenzimática

En la Tabla 8 se muestran diez enzimas que corresponden a 19 loci interpretados para ambas especies preidentificados. Siete de las diez enzimas: PGM, LDH, ADH, α GPDH, MDH, GAD y SP, son las que presentaron diferente patrón de variación, mientras que en GPI, G3PDH y CK no se observó esta variación.

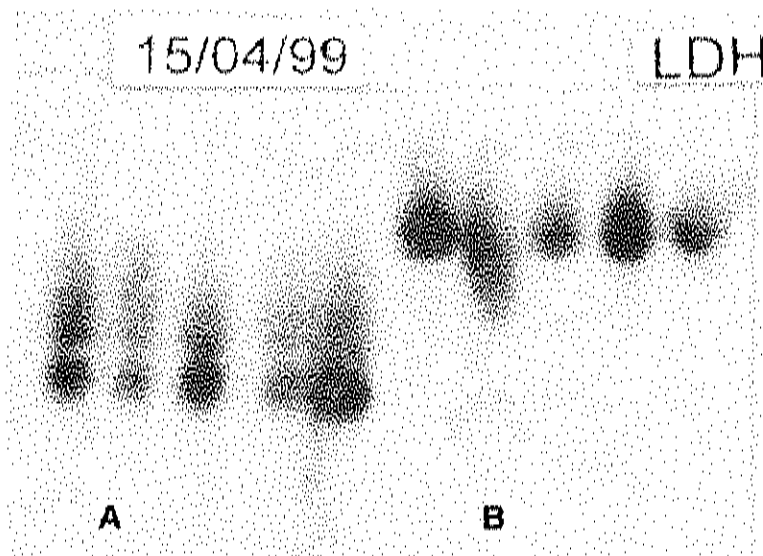


Figura 26. Movilidad electroforética de la isoenzima Lactato dehidrogenasa LDH de (A) *Syacium ovale*, $n=5$ y (B) *S. longidorsale*, $n=5$.

Tabla 8. Descripción cualitativa de las aloenzimas analizadas para diferenciar a *Syacium ovale* de *S. longidorsale*.

| Nombre de la enzima | No. Ecuación | Loci | Amortiguador Utilizado | Diagnóstico | |
|-----------------------------|--------------|--|------------------------|-------------|-----------------|
| | | | | S. ovale | S. longidorsale |
| Alcohol dehidrogenasa | 1.1.1.1 | ADH -1 ADH -2 | TEC 7.0 | * | * |
| Alfa glicerofostato | 1.1.1.8 | a GPDH -1 a GPDH -2 a GPDH -3 | Poulik ½ | * | * |
| Creatin kinasa | 2.7.4.3 | CK | TEC 7.0 | * | * |
| Fosfoglicerato kinasa | 5.4.2.2 | PGM -1 PGM -2 | TEC 7.0 | * | * |
| Glicero 3-fosfato | 1.1.1.8 | G3PD | Poulik ½ | * | * |
| Glucosa 6-fosfato isomerasa | 5.3.1.9 | GPI | Poulik ½ | * | * |
| Glucosa dehidrogenasa | 1.1.1.118 | GDH/GAD -1 GDH/GAD -2 GDH/GAD -3 | Poulik ½ | * | * |
| Lactato dehidrogenasa | 1.1.1.27 | LDH -1 LDH -2 | Poulik ½ | * | * |
| Malato dehidrogenasa | 1.1.1.37 | MDH -1 MDH -2 | Poulik ½ | * | * |
| Proteínas Generales | | GP -1 GP -2 | TEC 7.0 | * | * |

En la figura 27 se puede observar la distancia recorrida por las aloenzimas "zimogramas". Las aloenzimas ADH-1, α GPDH-1, PGM-1, GDH-2, LDH-1, MDH-1 y PG-1 de *S. ovale* recorrieron mayor distancia que las de *S. longidorsale* ADH-2, α GPDH-2, PGM-2, GDH-3, LDH-2, MDH-2 y PG-2 mientras que las aloenzimas α GPDH-3, CK-1, G3PDH-1, GPI-1 Y GDH-1 corrieron la misma distancia para las dos especies. De un total de 19 loci, 14 son diferentes y 5 son iguales.

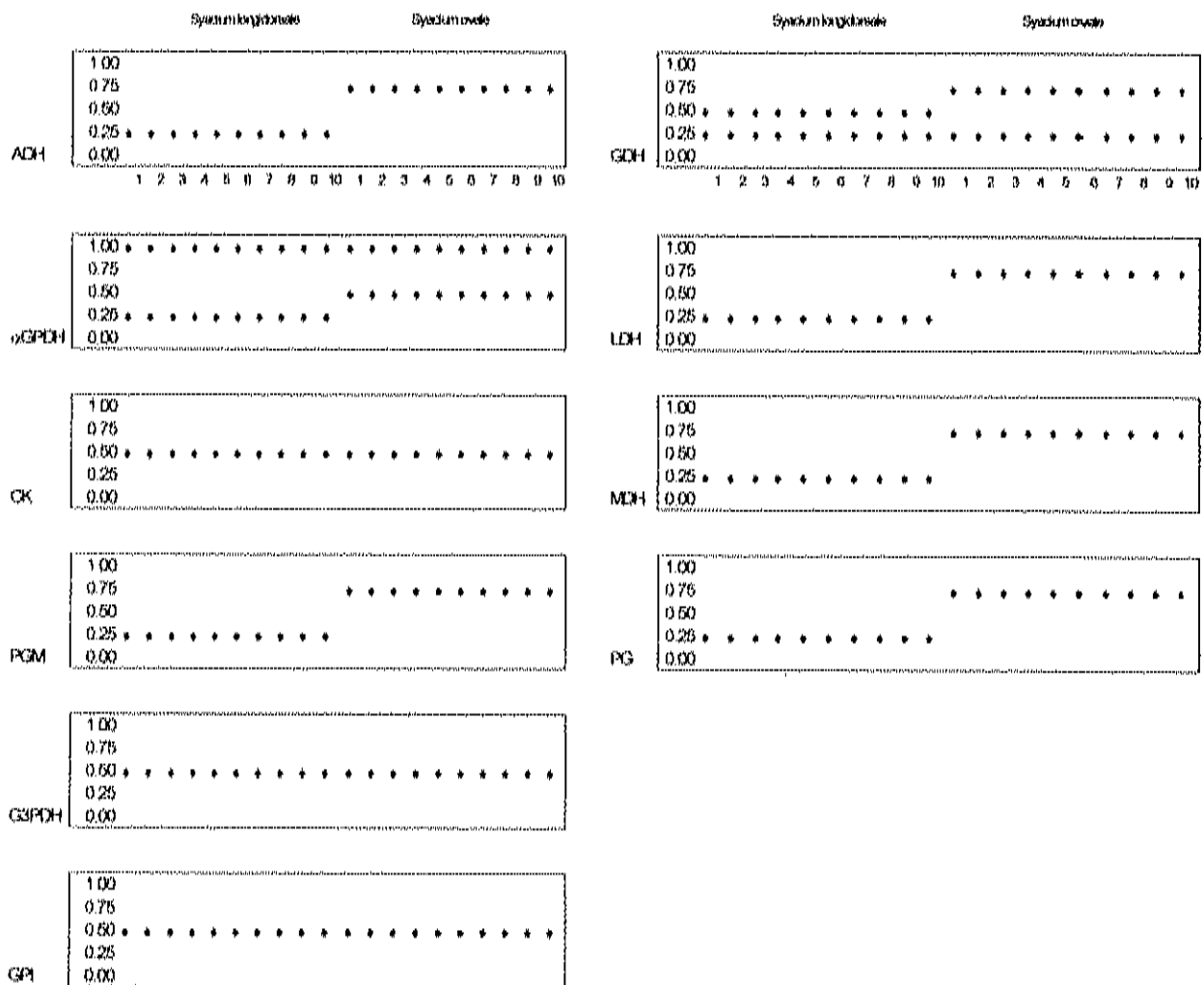


Figura 27. Zimogramas de las enzimas que marcaron un patrón de variación de las especies *Syacium ovale* y *S. longidorsale*.

6. DISCUSIÓN

El objetivo general de este trabajo se logró en la medida que se pudo confirmar la existencia de las dos especies muy cercanas, *Citharichthys fragilis* Gilbert, 1890 y *C. gordae* Beebe & Tee-Van, 1938, así como redescubrir a la primera y ampliar la descripción de la segunda especie. Por otra parte se reafirmó la existencia de la especie *Syacium longidorsale* Murakami & Amaoka, 1992 considerada como especie emparentada de *S. ovale* (Günther, 1864).

6.1 Género: *Citharichthys*

Las diferencias merísticas y morfométricas encontradas en los organismos pre-identificados como *Citharichthys fragilis* y *C. gordae* confirmaron la existencia de estas dos especies contrariamente con la sinonimia referida por Castro-Aguirre *et. al.* (1992) por la similitud de sus características morfológicas y morfométricas. Estos autores consideraron que la variación observada por Beebe & Tee-Van (1938) se podría deber al efecto latitudinal, que a su vez influye en la temperatura y ésta en el número de vértebras.

La longitud de la cabeza (LC), el número de radios de la aleta dorsal y anal son los caracteres principales que se reconocen en este trabajo para separar a *C. fragilis* de *C. gordae*. Adicionalmente, existen características que presentan diferencias significativas entre ambas especies, tales como la

longitud de las aletas dorsal (LAD) y anal (LAA), la anchura interorbital (AI), la distancia entre el punto más alto del cuerpo a la inserción inferior de la aleta caudal (LCAUI) y la distancia desde la inserción de la aleta anal a la inserción superior de la aleta caudal (ANCAUS). La distancia del ojo superior a la inserción de la aleta anal (ANOJO) y la distancia de la parte más alta del cuerpo a la inserción de la aleta pectoral (LANA) no son significativos.

Citharichthys fragilis es muy cercano a *C. gordae*, ambos comparten un cuerpo elongado, aunque la cabeza es relativamente menor en la primera, que también tiene un mayor número de radios dorsales y anales y mayor número de escamas en la línea lateral, aunque este último no es significativo estadísticamente. De las proporciones analizadas en el entrecruzamiento, AI, ANOJO y LANA son menores para *C. fragilis* que para *C. gordae*, mientras que ANCAUS y LCAUI son las dos únicas medidas que se presentaron a la inversa, proporcionalmente mayor para *C. fragilis*.

Existen también otras características no merísticas ni morfométricas que separan a estas dos especies, como la pérdida de las escamas después de la fijación (deciduas) y la coloración. En *C. fragilis* es muy común encontrar a los individuos con muy pocas escamas, semidesnudos, del lado oculado con una coloración amarillo pálido y del lado ciego más claro. En cambio, *C. gordae* mantiene sus escamas en el lado ocular y lado ciego, unidas al

cuerpo muy duraderas y presenta una coloración del lado ocular café claro con algunas manchas irregulares, del lado ciego más claro. Estas características coinciden con una situación similar reportada por van der Heiden & Mussot (1995) quienes distinguen entre *Citharichthys mariajorisae* y *C. gilberti* con base en la permanencia de las escamas en el cuerpo bajo condiciones de preservación: en la primera especie se desprenden con facilidad mientras que en *C. gilberti* quedan todas adheridas al cuerpo.

El número de radios de las aletas dorsal y anal, así como el número de escamas siempre fue mayor en *Citharichthys fragilis* colectada en la parte norte del Golfo de California y Sur de California EEUU, que en *C. gordae* colectada en la parte sur del Golfo de California hasta Colombia. De acuerdo a Rosenblatt (1963), estos paralelos ecológicamente correlacionados aparecen una y otra vez. Algunos de estos por ejemplo es la tendencia en las formas de los organismos de aguas templadas de tener un mayor número de segmentos que los de aguas cálidas (Hubbs, 1922; Barlow, 1961).

La longitud cefálica y el número de radios dorsales y anales de *Citharichthys fragilis* y *C. gordae* en las distintas zonas de colecta indicaron que para cada uno de los tres caracteres examinados, no existen diferencias significativas entre los organismos de las zonas de Mazatlán, Sin., Río San Lorenzo y Bahía Santa María, Sin., distribución de *C. gordae*, los que a su vez siempre fueron muy diferentes estadísticamente de los individuos provenientes de

las zonas del Estero Tastiota, Son., Isla Tiburón, Son. y Bahía de California, Cal., distribución de *C. fragilis*. Lo anterior es diferente a los resultados de McPhail (1960), el cual sinonimizó *Micropogon ectenes* Jordan & Gilbert, 1882, con *M. altipinnis* Günther, 1864, considerando que las diferencias en los radios dorsales se debía a un gradiente en la población y no a una diferencia específica. La longitud cefálica en la última zona (Bahía de California, Cal.) presentó diferencia significativa con las zonas del Estero Tastiota, Son., Isla Tiburón, Son., pero en cuanto al número de segmentos, en este caso de radios en las aletas, que es según Rosenblatt (1963) donde se podría presentar el efecto latitudinal, no hubo ninguna diferencia. Inesperadamente, el número de radios de las aletas y el número de escamas en los individuos de la Bahía de California son menores, comparados con las otras dos poblaciones dentro del Golfo de California, cuando debería teóricamente ser mayor por ser la zona más al norte, de acuerdo a Rosenblatt (op. cit.).

Citharichthys fragilis tiene una distribución disyunta entre las costas del lado del Pacífico, desde el Sur de California, E.E.U.U. hasta el norte de Bahía Magdalena, B.C.S. y la costa superior del Golfo de California. Este estudio amplía la lista de especies disyuntas registrada por Present (1987) para dichas costas. Este tipo de distribución como lo menciona Rosenblatt (1963) para *Scorpaena guttata* y Present (op. cit.) para 40 especies de origen templado es debido a una interrupción en la distribución continua que

existía durante las glaciaciones del Pleistoceno alrededor de Cabo San Lucas. El calentamiento postglacial de la región de Cabo San Lucas y el área sur del Golfo de California restringió estas especies a las aguas más frías del norte, tanto del lado del Pacífico como dentro del Golfo de California (Hubbs, 1961; Walker, 1960, Present, op.cit.)

Además, tomando en cuenta que los esfuerzos de muestreo han sido intensos, se puede considerar que *C. fragilis* y *C. gordae* presentan una distribución alopátrica, ya que las áreas de distribución no se traslapan (Figura 18). En el Golfo de California su distribución coincide básicamente con las dos grandes regiones termales existentes: una en el norte, que va desde el Alto Golfo hasta las islas Ángel de la Guarda e Isla Tiburón, la cual tiene veranos con temperaturas del agua calientes (~32°C) similares a las encontradas en el trópico e inviernos con temperaturas muy frías (~10°C) que corresponde a la región donde se colectaron los especímenes de *C. fragilis*. La segunda región, conocida como Golfo Sur, que conecta con el Océano Pacífico y presenta inviernos con temperaturas del agua (~20 °C) similares a las regiones subtropicales del mundo (Walker, 1960; Brusca, 1980; Alvarez Borrego, 1983), corresponde al lugar de colecta de los especímenes de *C. gordae*.

En el Pacífico Oriental hay 9 especies del género *Citharichthys* (van der Heiden & Mussot-Pérez, 1995, Hocino & Amaoka, 1999). *Citharichthys fragilis* y *C. gordae* como todas las otras especies del género *Citharichthys*

del Pacífico Oriental* presentan 6 radios (raramente 7) en la aleta pélvica a excepción de *C. mariajorisae* van der Heiden & Mussot-Pérez, 1995 que tiene 5 (excepcionalmente 6). La comparación de la altura del cuerpo de *C. mariajorisae* con *C. fragilis* y *C. gordae* (profundidad de cuerpo 50.1-60.6% vs 30.8-47.7% y 39.6-48.6% de LE respectivamente (cuando se comparan datos el segundo conjunto corresponde a *C. fragilis* y el tercero a *C. gordae*). *Citharichthys sordidus* (Girard, 1856) alcanza mayores tallas (410 mm vs 220 mm y 140 mm LT respectivamente) y tiene un mayor número de radios dorsales (90-98 vs 76-92 y 68-79) y anales (72-80 vs 59-73 y 53-63), así como mayor número de escamas en la línea lateral (61-70 vs 40-54 y 37-52). *Citharichthys xanthostigma* es fácil de distinguir de *C. fragilis* y *C. gordae* por su aleta pectoral del lado oculado larga y oscura (mas larga que la longitud cefálica vs 65.6-95.4% y 53.8-97.9% de LE). *Citharichthys stigmæus* tiene menor número de branquiespinas en el arco inferior que *C. fragilis* y *C. gordae* (8-10 vs 15-21 y 14-19, respectivamente). *Citharichthys platophrys* es de cabeza grande comparado con *C. fragilis* pero similar a *C. gordae* (31.5-38.3% vs 23.7-37.0 y 25.1-39.1 % de LE) y tiene un pequeño número de branquiespinas en el primer arco (3-5 + 8-10 vs 2-10 + 15-21 y 2-10 + 14-19). *Citharichthys gilberti* es de cabeza más pequeña (26.6-30.6 vs 23.8-37.0 y 25.1-39.1 % de LE), con el cuerpo mas ovalado (profundidad del cuerpo 44.4-53.6% vs 30.8-47.7 y 39.6-48.6% de LE respectivamente).

**Citharichthys gnathus*, especie endémica de las Islas Galápagos de aguas profundas, no se comparó debido a que no se pudo revizar ningún espécimen y no se contaba con la información requerida.

6.2 Género: *Syacium*

En organismos también pre-identificados como *S. ovale* (Günther, 1864) y *S. longidorsale* Murakami & Amaoka, 1992, se encontraron diferencias morfométricas y electroforéticas que reafirmaron la existencia de estas dos especies ya descritas.

Syacium longidorsale se separa de *S. ovale* de acuerdo al trabajo reciente de Murakami & Amaoka (1992), por la menor proporción en porcentaje, de la longitud del hocico en el diámetro ocular superior ($LH/DO \cdot 100$). Sin embargo en el presente estudio, la evaluación de esta proporción no arrojó diferencias significativas utilizando especímenes frescos y preservados de ambas especies. Por otro lado, relacionando el diámetro ocular y la longitud del hocico, resultó que *S. longidorsale* tiene caracteres significativamente más pequeños que *S. ovale*.

Otro carácter importante mencionado por Murakami & Amaoka (1992) es el dimorfismo sexual en la longitud de la aleta pectoral de *S. longidorsale*, no presente en *S. ovale*, que también fue reafirmado en este trabajo.

Adicionalmente, las características que diferencian estadísticamente a *S. ovale* de *S. longidorsale* son: la distancia desde la inserción de la aleta anal a la inserción superior de la aleta caudal (ANCAUS), la distancia desde la parte más alta del cuerpo a la inserción de la aleta pectoral (LCAUI), la longitud de la parte más alta del cuerpo a la inserción de la aleta pectoral (LANA) y desde la inserción de la aleta pectoral a la inserción de la aleta pélvica (PECPEL).

De acuerdo a los datos de las colectas de este estudio se observó que los organismos *S. ovale* y *S. longidorsale* presentan una distribución simpátrica. Frecuentemente son encontrados juntas en los arrastres que efectúan los barcos camaroneros que la pescan incidentalmente sobre la plataforma continental. Además por ser especies tan cercanas ("emparentadas") su identificación es muy complicada. Prueba de ello es que en varios museos (Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, Cal. E.E.U.U., Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guaymas, Sonora, México y Universidad de San José en Costa Rica), se han encontrado estas dos especies mezcladas y siempre identificadas como *S. ovale* (Günther, 1864) (van der Heiden, *com. per.*).

La divergencia genética entre *S. ovale* y *S. longidorsale* está representada en siete (ADH, aGPDH, PGM, GDH, LDH, MDH y PG) de las 10 aloenzimas analizadas donde 14 de los 19 loci presentan diferencias. Lo cual reafirma la existencia de dos especies considerando que Leary & Booke (1990),

mencionan que la divergencia completa entre varios loci indica especificidad.

El número de isoenzimas empleado en este estudio para complementar la diferenciación específica de *Syacium ovale* y *S. longidorsale* es similar al de Shaklee & Keenan (1986) quienes diferenciaron entre 150 especies para la cual usaron 10 isoenzimas y dos tipos de amortiguadores con buenos resultados. Shaklee & Keenan (op. cit.) recomendaron este método para identificar peces frescos y congelados y en el presente estudio no fue necesario agregar mayor cantidad de enzimas, ya que se pudo discriminar perfectamente a ambas especies.

7. CONCLUSIONES

- *Citharichthys fragilis* y *C. gordae* son especies cercanas pero validas, con caracteres merísticos, morfológicos y de coloración que permiten separarlas. Además presentan una distribución alopátrica.
- Mediante el análisis de entrecruzamiento se detectó que los caracteres LAD, LAA, AI, LCAUI, ANCAUS, ANOJO y LANA son diferentes entre *C. fragilis* y *C. gordae*, siendo los cinco primeros estadísticamente significativos.
- No existe un gradiente latitudinal en los caracteres morfométricos y merísticos de las poblaciones de las dos especies de *Citharichthys* estudiadas.
- La proporción del hocico en el diámetro ocular superior, propuesta por Murakami & Amaoka (1992), para separar a *S. ovale* de *S. longidorsale* no se cumple en los individuos de estas especies estudiadas, sin embargo, tanto la longitud del hocico como el diámetro ocular superior son significativamente diferentes entre ambas especies.
- Mediante el análisis de entrecruzamiento se detectó que los caracteres ANCAUS, PECPEL, LANA y LCAUI son diferentes entre *S. ovale* y *S. longidorsale*, siendo las dos primeras estadísticamente significativas.

- Las diferencias observadas en los zimogramas, apoyan la validez de ambas especies. *S. ovale* y *S. longidorsale*.
- Las enzimas ADH, LDH, α GPDH, PGM, MDH, GAD y las proteínas generales, son marcadores que identificaron a estas especies.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez-Borrego, S. 1983. Gulf of California: 427-449. *In*: Ketchum, B.H. (Ed.). *Estuaries and Enclosed Seas*. Elsevier Scientific Publishing Co. Amsterdam, EE.UU.
- Balart, E.F. 1996. Pesquería de lenguados: 273-285. *In*: Casas-Valdez, M. & G. Ponce-Díaz (Eds.). *Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur*. SEMARNAP, Gob. del Estado de Baja California Sur, FAO, UABCS, CIBNOR, CICIMAR, Inst. Nal. de la Pesca y CETMAR. 693 pp.
- Barlow, G.W. 1961. Causes and significance of morphological variation in fishes. *Systematic Zoology* 10(3):105-117.
- Beebe, W. & J. Tee-Van. 1938. Eastern Pacific expeditions of the New York Zoological Society. XV. Seven new marine fishes from lower California. *Zoologica* 23:302-304.
- Beheregaray, L.B. & J.A. Levy. 2000. Population genetics of the Silverside *Odontesthes argentinensis* (Teleostei, Atherinopsidae): Evidence for Speciation in an Estuary of Southern Brazil. *Copeia* 2000(2):441-447.
- Blackwelder, R.E. 1967. *Taxonomy, a text and reference book*. John Wiley & Sons, Inc. New York. 698 pp.

- Blanquer, A., J.P. Alayse, O. Berrada-Rkhami & P. Berrebi. 1992. Allozyme variation in turbot (*Psetta maxima*) and brill (*Scophthalmus rhombus*) (Osteichthyes, Pleuronectiformes, Scophthalmidae) throughout their range in Europe. *Journal of Fish Biology* 41:725-736.
- Brusca, R. 1980. Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California. 2do ed. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona. 513 pp.
- Buth, D.G., T.R. Haglung & W.L. Minckley. 1992. Duplicate gene expression and allozyme divergence diagnostic for *Catostomus tahoensis* and the endangered *Chasmistes cujus* in Pyramid Lake, Nevada. *Copeia* 1992(4):935-941.
- Cailliet, G.M., M.S. Love & A.W. Ebeling. 1986. Fishes, a field and laboratory manual on their structure, identification and natural history. Wadsworth Publishing Co. California. 99 pp.
- Castañeda-Beltrán, E. & T. Gaspar-Dillanes. 1995. Diferenciación taxonómica de *Narcine brasiliensis* (Olfers, 1831) y *Narcine entemedor* Jordan y Starks, 1855 (Elasmobranchii: Torpedinidae). *Rev. Invest. Mar.* 16(1-3):107-112.
- Castro-Aguirre, J.L., J.C. Ramírez-Cruz & M.A. Martínez-Muñoz. 1992. Nuevos datos sobre la distribución de lenguados (Pisces: Pleuronectiformes) en la costa del oeste de Baja California, México con

- aspectos biológicos y zoogeográficos. An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Méx. IPN. 37:97-119.
- Chirichigno-Fonseca, N. 1974. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Inf. Inst. del mar del Perú. Callao. Inf. 44:1-289.
- Cracraft, J. 1997. Species concepts in systematics and conservation biology –an ornithological viewpoint: 325-340. *In*: Claridge, M.F., H.A. Dawah & M.R. Wilson (Eds). Species the units of biodiversity. Chapman & Hall. New York. 439 pp.
- Eschmeyer, W.N., E.S. Herald & H. Hammann. 1983. A field guide to Pacific coast fishes of North America. Houghton Mifflin Company. Boston, Massachusetts. 335 pp.
- Exadactylos, A., A.J. Geffen & J.P. Thorpe. 1998. Population structure of the Dover sole, *Solea solea* L. in a background of high gene flow. Journal of Sea Research 40(1998):117-129.
- Findley, L.T., P.A. Hastings, A.M. van der Heiden, R. Gúereca, J. Torre & D.A. Thomson. 1997. Distribution of endemic fishes of the Gulf of California, Mexico. Poster. 77th Annual meeting. Symposium of American Society of Ichthyologists and Herpetologists. University of Washington, Seattle, June 26-July 2.

Froese, R. & D. Pauly (Eds.) 2002. FishBase. World Wide Web Electronic Publication. www.fishbase.org. 26 June 2002.

Futuyma, D.J. 1997. Evolutionary Biology. Sinauer Associates Inc. Massachusetts. 763 pp.

Gilbert, C.H. 1890. Scientific results of explorations by the U.S. Fish Commission Steamer Albatross. XII. A preliminary report on the fishes collected by the Steamer Albatross on the Pacific coast of North America during the year 1889, with descriptions of twelve new genera and ninety-two new species. Proc. U.S. Natl. Mus. XIII:49-126.

Graves, J.E., M.J. Curtis, P.A. Oeth & R.S. Waples. 1990. Biochemical Genetics of Southern California Basses of the genus *Paralabrax*: Specific identification of fresh and ethanol-preserved individual eggs and early larvae. Fishery Bulletin 88(1):59-66.

Günther, A. 1864. Report of a collection of fishes made by Messers. Dow, Godman and Salvin in Guatemala. Proc. Zool. Soc. London 1864:144-154.

Haglund, T.R., D.G. Buth & R. Lawson. 1992. Allozyme variation and phylogenetic relationships of Asian, North America y European populations of the threespine stickleback, *Gasterosteus aculeatus*. Copeia 1992(2):432-443.

- Heiden van der, A.M. 1985. Taxonomía, biología y evaluación de la ictiofauna demersal del Golfo de California: Cap. 4:149-200. *In*: Yáñez-Arancibia A. (Ed.). Recursos pesqueros potenciales de México, la pesca acompañante del camarón. Progr. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. Del Mar y Limnol., Inst. Nac. de la Pesca. México, D.F. 748 pp.
- Heiden van der, A.M., H.G. Plascencia-González & S. Mussot-Pérez. 1986. Aportaciones al conocimiento de la ictiofauna demersal del Golfo de California: 328-339. *In*: Memorias del I intercambio académico sobre las investigaciones en el Mar de Cortés, Hermosillo, Son., CICTUS/CONACYT. 380 pp.
- Heiden van der, A.M. & S. Mussot. 1992. Secondary sexual dimorphism and dichromatism in Gulf of California flatfishes. *Copeia* 1992(4):1077-1080.
- Heiden van der, A.M. & S. Mussot-Pérez. 1995. *Citharichthys mariajonisae*, a new flatfish from the shallow coastal waters of the Eastern Tropical Pacific (Pleuronectiformes: Paralichthyidae). *Copeia* 1995 (2):439-446.
- Heiden van der, A.M. & H. Plascencia-González. 1997. Primeros registros de *Syacium longidorsale* Murakami & Amaoka, 1992 y *Brotula ordwayi* Hildebrand y Barton, 1949 (Teleostei: Paralichthyidae y Ophidiidae) para la costa Pacífica de México. *Vertebrata Mexicana* (4):5-8.

- Hensley, D.A. 1995. Paralichthyidae: 1349-1380. *In*: Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Nien. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca, Pacífico Centro-Oriental. FAO, Roma. Vol. III Vertebrados-parte 2:1201-1813.
- Hockaday, S., T.A. Beddow, M. Stone, P. Hancock & L.G. Ross. 2000. Using truss networks to estimate the biomass of *Oreochromis niloticus*, and to investigate shape characteristics. *Journal of Fish Biology* 57:981-1000.
- 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(645):360-372.
- Hubbs, C.L. 1961. Isolating mechanism in the speciation of fishes. *Contributions from the Scripps Institution of Oceanography, University of California, New Series. Vertebrate Speciation a University of Texas Symposium.* 5-23 pp.
- Hubbs, C.L. & K.F. Lagler. 1958. *Fishes of the Great Lakes region (rev. ed.)*. *Bull. Cranbrook Inst. Sci.* 26:1-213.
- Humphries, J.M., F.L. Bookstein, B. Chernoff, G.R. Smith, R.L. Elder & S.G. Poss. 1981. Multivariate discrimination by shape in relation to size. *Syst. Zool.* 30(3):291-308.

- Jordan, D.S. & B.W. Evermann. 1963. The Fishes of North and Middle America: a descriptive catalogue of the species of fish-like vertebrates found in the waters of North America north of the Isthmus of Panama. First reprint, Smithsonian Institution by T.F.H. Publications, Inc. New Jersey. 3: 2860 pp.
- Kamdem, A.T. & Teugels G.G. 1997. Redescription of two morphologically similar *Brycinus* species (Ostariophysi: Characidae) from Central Africa. *Copeia* 1997(2):363-372.
- Keivany, Y., J.S. Nelson & P.S. Economidis. 1997. Validity of *Pungitius hellenicus* Stephanidis, 1971 (Teleostei, Gasterosteidae), a stickleback fish from Greece. *Copeia* 1997(3):558-564.
- Koppelman, J.B., C.M. Gale & J.S. Stanovich. 2000. Allozyme and morphological variation among three nominal species of *Ambloplites* (Centrarchidae) Inhabiting the Ozarks Region. *Transactions of the American Fisheries Society* 129:1164-1139.
- Leary, R.F. & H.E. Booke. 1990. Starch gel electrophoresis and species distinctions: 141-166. *In*: Schreck, C.B. & P.B. Moyle. (Eds.). *Methods for fish biology*. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland. 684 pp.

- Lundberg, J.G. & L.A. McDade. 1990. Systematics: *In*: Schreck, C.B. & P.B. Moyle. (Eds.). Methods for fish biology. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 684 pp.
- Mayr, E. 1971. Populations, species and evolution. An abridgement of animal species and evolution. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts. 453 pp.
- McPhail, T.D. 1960. *Micropogon ectenes* Jordan and Gilbert a synonym for *Micropogon altipinnis* Günther. *Copeia* 1960(3): 262-263.
- Meffe, G.K., C.R. Carroll & Contributors. 1997. Principles of Conservation Biology. Second edition. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts. 729 pp.
- Murakami, T. & K. Amaoka. 1992. Review of the genus *Syacium* (Paralichthyidae) with the description of a new species from Ecuador and Columbia. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido. Univ.* 43(2):61-95.
- Murphy, R.W., J.W. Sites, Jr., D.G. Buth & C.H. Haufler. 1990. Proteins 1: Isozyme electrophoresis: 45-125. *In*: Hillis, D.M. & C. Moritz (Eds.). Molecular systematics. Sinauer Associates, Inc. Massachusetts. 588 pp.

- Mussot-Pérez, S. & A.M. van der Heiden. 1985. Range extensions of four species of bothid flatfishes on the Pacific coast of America. *Rev. Biol. Trop.* 33(1):71-73.
- Nichrent, D. & A. Wood. Editors. 2002. Techniques in plant molecular biology. *Plant biology* 420. www.science.siu.edu.
- Norman, J.R. 1934. A Systematic monograph of the Flatfishes [Heterosomata]. Vol. I. Psettodidae, Bothidae, Pleuronectidae. The Trustees of the British Museum. London. 459 p.
- Present, T.M.C. 1987. Genetic differentiation of disjunct Gulf of California and Pacific Outer Coast populations of *Hypsoblennius jenkinsi*. *Copeia*. 1987(4):1010-1024.
- Richardson, B.H., B.R. Baverstock & M. Adams. 1986. Allozyme electrophoresis. Academic Press. North Ride, N.S.W. 410 pp.
- Rosenblatt, R.H. 1963. Some aspects of speciation in marine shore fishes. *Speciation in the Sea*. Systematics association. 5:171.180.
- Shernoff, L. 2001. Website of the Illinois Mycological Association. www.ilmyco.gen.edu. Chicago.II.
- Strauss, R.E. & F.L. Bookstein. 1982. The Truss: Body form reconstruction in morphometrics. *Systematic Zoology*. 31:113-135.

- Strauss, R.E. & C.E. Bond. 1990. Taxonomic Methods: Morphology: 109-140. *In*: Schreck, C.B. & P.B. Moyle (Eds.). *Methods for fish biology*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 684 pp.
- Thomson, D.A., L.T. Findley & A.N. Kerstitch. 2000. *Reef fishes of the Sea of Cortez: the rocky-shore fishes of the Gulf of California*. 2nd ed. Univ. Texas Press. Austin, XXI+353 pp. [1st ed. 1979. John Wiley & Sons Inc. New York, 302 pp. Reimpresión con 4p. de correcciones y adiciones 1987 (reprint, with 4 p. of corrections and additions), Univ. Arizona Press, Tucson.].
- Walker, B.W. 1960. The Distribution and Affinities of the Marine Fish Fauna of the Gulf of California. Symposium: The biogeography of Baja California and Adjacent Seas, Part II. Marine Biotas. *Systematic Zoology* 9(3-4):123-133.
- Winans, G.A. 1984. Geographic variation in the milkfish, *Chanos chanos*. I. Biochemical evidence. *Evolution* 34:558-574.
- Winans, G.A. 1985. Geographic variation in the milkfish *Chanos chanos* II. Multivariate morphological evidence. *Copeia* 1985(4):890-898.
- Winans, G.A. 1987. Using morphometric and meristic characters for identifying stocks of fish: 25-62. *In*: Kumpf, H.E., R.N. Vaught, C.B. Grimes, A.G. Johnson & E.L. Nakamura (Eds.). *Proceedings of the*

stock identification workshop. NOAA Technical Memorandum NMFS/SEFC/199. 228 pp.

Winans, G.A. & R.S. Nishioka. 1987. A Multivariate description of change in body shape of Coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Aquaculture* 66 (1987):235-245.

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| ANEXO 1 | 92 |
| MEDICIONES | 92 |
| ANEXO 2 | 95 |
| TABLAS DE DATOS, MORFOMÉTRICOS, MERÍSTICOS Y DE FRECUENCIAS DE <i>Citharichthys fragilis</i> y <i>C. gordae</i> | 95 |
| ANEXO 3 | 103 |
| CLAVE DICOTÓMICA DEL GÉNERO <i>Citharichthys</i> | 103 |
| ANEXO 4 | 106 |
| TABLAS DE DATOS MORFOMÉTRICOS Y MERÍSTICOS DE <i>Syacium</i> <i>ovale</i> y <i>S. longidorsale</i> | 106 |
| ANEXO 5 | 109 |
| AMORTIGUADORES | 109 |
| ANEXO 6 | 111 |
| SOLUCIONES DE TINCIÓN | 111 |
| ANEXO 7 | 115 |
| DIAGRAMAS DE LA ELABORACIÓN DE UN GEL DE ALMIDÓN | 115 |

ANEXO 1
MEDICIONES

Medidas tomadas para cada espécimen.

| | | | |
|-----|--------|--|---|
| 1 | LT | Longitud Total | Desde la punta del labio inferior hasta la punta del lóbulo caudal superior |
| 2 | ST | Longitud Estándar | Desde la punta del premaxilar hasta la base caudal |
| 3 | PC | Profundidad del cuerpo | Anchura corporal de la parte mas alta del cuerpo |
| 4 | LC | Longitud de la cabeza | Desde la punta del hocico al extremo posterior del opérculo |
| 5 | DO | Diámetro del ojo | Diámetro horizontal de la órbita |
| 6 | AI | Anchura interorbital | Longitud mas estrecha interorbital |
| 7 | LM | Longitud de la mandíbula superior | Desde la punta del labio inferior al extremo posterior del angulo de la mandíbulo |
| 8 | LO1 | Longitud del hocico al ojo superior | Desde la punta del labio superior hasta la parte anterior de la órbita superior |
| 9 | LO2 | Longitud del hocico al ojo inferior | Desde la punta del labio superior hasta la parte anterior de la órbita inferior |
| 10 | LAPe | Longitud de la aleta pectoral | Desde la base de la aleta hasta el radio mas largo de la aleta pectoral |
| 11 | LAP | Longitud de la aleta pélvica | Desde la base de la aleta hasta el radio mas largo de la aleta pélvica |
| 12 | LAD | Longitud de la aleta dorsal | Desde el primer radio en la parte posterior del pez (lado ciego) hasta el ultimo radio de la aleta dorsal |
| 13 | LAA | Longitud de la aleta anal | Desde el ano al último radio de la aleta anal |
| 14 | APC | Anchura del pedúnculo caudal | Anchura del pedúnculo caudal |
| 15 | LBAPe | Longitud de la base de la aleta pectoral | Anchura del pedúnculo de la aleta pectoral |
| 1-2 | LOJO | | Del centro del ojo superior a la parte más alta del cuerpo |
| 4-7 | LOPER | | De la parte más alta del cuerpo a la inserción del preopérculo |
| 2-8 | LPEL | | De la parte más alta del cuerpo a la inserción de la aleta pectoral |
| 2-5 | LCAUI | | De la parte más alta del cuerpo a la inserción inferior de la aleta caudal |
| 7-6 | ANCAUS | | Desde la inserción de la aleta anal a la inserción superior de la aleta caudal |

| | |
|-----------------|--|
| 7-8 ANPEC | Desde la inserción de la aleta anal a la inserción de la aleta pectoral |
| 1-4 ANOJO | Del ojo superior a la inserción de la aleta anal |
| 8-4 PECPEL | Desde la inserción de la aleta pectoral a la inserción de la aleta pélvica |
| 1- 10 ALTCAB | Del ojo superior a la inserción del preoperculo |
| 9-1 FRENT | Del hocico al ojo superior |
| 9-8 HOPEL | Del hocico a la inserción de la aleta pélvica |
| 2-4 LPEL | De la parte más alta del cuerpo a la inserción de la aleta pélvica |
| 2-7 LANA | De la parte más alta del cuerpo a la inserción de la aleta pectoral |

Datos Merísticos

| | |
|------|-------------------------------------|
| RAD | Núm. Radios en la aleta dorsal |
| RAA | Núm. Radios en la aleta anal |
| RAP | Núm. Radios en la aleta pectoral |
| RAPe | Núm. Radios en la aleta pélvica |
| RAC | Núm. Radios en la aleta caudal |
| NBr | Núm. Branquiespinas |
| LL | Núm. De escamas en la línea lateral |

Puntos de referencia

- 1 Ojo
- 2 Punto más alta del cuerpo (radio 23 en *C. fragilis*, radio 21 en *C. gordae*)
- 3 Inserción del preoperculo
- 4 Inserción de la aleta pélvica
- 5 Inserción inferior de la aleta caudal
- 6 Inserción superior de la aleta caudal
- 7 Inserción inicial de la aleta anal
- 8 Inserción de la aleta pectoral
- 9 Hocico

ANEXO 2

**TABLAS DE DATOS MORFOMÉTRICOS, MERÍSTICOS Y DE
FRECUENCIAS DE *Citharichthys fragilis* y *C. gordae***

Tabla 1. Mediciones (mm), proporciones y conteos del Lectotipo y 190 especímenes de *Citharichthys fragilis* y el holotipo y 70 especímenes de *C. gordae*. Las proporciones son en porcentaje de la longitud estándar (LE) o longitud cefálica (LC). Los especímenes de *C. fragilis* provienen del Pacífico Este y Golfo de California; mientras que los de *C. gordae* provienen del Golfo de California y Colombia.

| Caracteres | <i>C. fragilis</i> n = 190 | | | | <i>C. gordae</i> n = 73 | | | | | |
|--|-------------------------------|--------|---------------------|----------|----------------------------|----------|--------|---------------------|----------|---------------------|
| | Lectotipo | Mínimo | Máximo | Promedio | Desviación estándar | Holotipo | Mínimo | Máximo | Promedio | Desviación estándar |
| Morfometría | | | | | | | | | | |
| Longitud total (mm) | 146.49 | 39.57 | 153.58 ^a | 111.54 | 18.49 | 126.06 | 50.92 | 144.66 ^d | 105.00 | 17.13 |
| Longitud estándar (mm) | 122.10 | 33.15 | 125.05 | 82.03 | 15.51 | 97.00 | 41.49 | 119.63 ^b | 85.77 | 14.12 |
| Profundidad del cuerpo (% LS) | 36.77 | 30.77 | 47.73 ^a | 40.43 | 1.59 | 40.00 | 39.53 | 48.63 ^b | 42.72 | 1.59 |
| Longitud de la Cabeza (% LS) | 25.26 | 23.78 | 37.63 ^a | 28.10 | 1.85 | 35.00 | 25.11 | 39.13 ^c | 35.58 | 3.15 |
| Diámetro del ojo anterior (% LC) | 34.20 | 18.95 | 37.54 ^a | 31.14 | 2.84 | 10.50 | 23.24 | 35.77 ^c | 26.33 | 2.19 |
| Ángulo mesorbita (% LC) | 4.93 | 2.22 | 6.43 ^a | 3.94 | 0.84 | 1.30 | 1.89 | 5.77 ^c | 3.98 | 0.83 |
| Longitud de la mandíbula superior (% LC) | 35.85 | 27.28 | 45.05 | 38.56 | 2.16 | 12.06 | 31.8 | 52.92 ^c | 35.54 | 2.78 |
| Longitud del hocico al ojo superior (% LC) | 20.58 | 11.35 | 30.35 | 17.99 | 1.57 | | 13.37 | 52.80 ^c | 15.77 | 4.53 |
| Longitud del hocico al ojo inferior (% LC) | 17.35 | 14.09 | 30.97 | 21.82 | 1.73 | | 16.84 | 29.00 ^c | 19.74 | 1.55 |
| Longitud de la aleta pectoral (% LS) | 17.59 | 17.24 | 33.31 ^b | 26.53 | 1.81 | 22.50 | 19.35 | 29.42 ^b | 24.58 | 1.72 |
| Longitud de la aleta dorsal (% LS) | 6.39 | 5.95 | 14.47 ^a | 9.24 | 1.35 | | 8.37 | 14.53 ^b | 11.71 | 1.35 |
| Longitud de la aleta anal (% LS) | 83.05 | 57.17 | 147.77 ^a | 90.55 | 4.72 | | 53.28 | 93.16 ^b | 67.73 | 9.70 |
| Profundidad del pedúnculo caudal (% LS) | 56.34 | 53.10 | 107.50 ^a | 59.42 | 2.75 | | 57.53 | 75.16 ^b | 64.58 | 3.06 |
| Profundidad del pedúnculo pedáneo (% LS) | 9.01 | 9.78 | 12.62 ^a | 10.25 | 0.93 | | 7.03 | 11.49 ^a | 9.95 | 0.92 |
| Número de rayos en las aletas | | 3.15 | 5.19 ^a | 4.10 | 0.33 | | 3.28 | 6.53 | 4.25 | 0.44 |
| Dorsal (foto ocular) | 83 | 75 | 92 ^c | 85.14 | 2.44 | 76 | 68 | 79 ^b | 75.90 | 4.57 |
| Anal (foto ocular) | 57 | 59 | 73 ^c | 66.57 | 3.03 | 54 | 53 | 63 ^b | 59.00 | 4.28 |
| Caudal | 17 | 17 | 18 ^b | 17.01 | 1.10 | 12 | 17 | 17 ^a | 17.00 | |
| Pectoral (foto ocular) | 11 | 9 | 12 ^a | 140.94 | 0.38 | 12 | 11 | 11 ^a | 11.00 | |
| Pelvicos (foto ocular) | 6 | 5 | 7 ^a | 6.00 | 0.15 | | 5 | 6 ^a | 6.90 | |
| Escamas en la línea lateral (foto ocular) | | 39 | 54 ^a | 47.14 | 2.28 | 53 | 37 | 52 ^a | 43.46 | 2.93 |
| Escapolispinas en el primer arco (foto inferior) | | 15 | 21 ^a | 17.53 | 0.88 | 19 | 14 | 19 | 17.12 | 0.94 |
| Escapolispinas en el primer arco (foto superior) | | 2 | 10 ^a | 7.96 | 0.91 | | 2 | 10 | 6.10 | 1.09 |

a = 152
 b = 157
 c = 158
 d = 16

A = 72
 B = 70
 C = 73
 D = 71

Tabla 2. Distribución de frecuencias del número de radios en la aleta dorsal de *Citharichthys fragilis* y *C. gordae*. Promedio (Prom), Desviación estándar (DE) y no cuantificados por estar dañados (NP).

| | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | NP | n | Prom | DE | | | | | |
|-------------------------------|-----|----|----|----|----|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|-------|-------|------|---|-------|--|--|
| <i>Citharichthys fragilis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EE.UU. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S. California Bight | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 4 | 7 | 5 | | 3 | | | | | | 1 | | | 1 | | | 32 | 84.92 | 2.77 | | | | |
| MEXICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cabo San Miguel | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 2 | 86.00 | | |
| Roca Consag | | | | | 2 | 2 | 6 | 12 | 5 | 7 | 2 | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 40 | 85.85 | 1.86 | | | | |
| Pta. Willard-Roca Consag | | | | | 1 | 2 | 2 | 2 | 5 | 1 | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 15 | 85.40 | 2.22 | | | | |
| Bahia Sta. Ines | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 2 | 82.00 | | | | | |
| Isla Angel de la Guarda | | | | | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 14 | 85.29 | 2.22 | | | | | |
| Bahia Santo Domingo | | | | | | 1*** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 83.00 | | |
| Rio Santo Domingo | | | | | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | | | | | 1 | 3 | | | | | | | | | | | | 2 | 12 | 83.90 | 3.00 | | | | |
| Isla Tiburón | | | | | | | | | 1* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 83.00 | | |
| Bahia Tepoca | | | | | 1 | 2 | | 3 | 6 | 4 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 19 | 85.05 | 2.11 | | | | |
| Estero Tasticla | | | | | 1 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 83.33 | 0.94 | | | | | |
| Noche del Rio Fuerte | | | | | | 1 | 1 | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | 84.60 | 1.02 | | | | | |
| Isla Tiburón | | | | | 1 | 1 | 6 | 4 | 5 | 6 | 5 | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | | 41 | 85.85 | 2.25 | | | | | | |
| Guasimas | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 80.00 | | | | | | |
| Punta Arbolada | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 2 | 82.00 | | | | | |
| <i>Citharichthys gordae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MEXICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Barco Gordá | 1** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pta. Piaxtla | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mazatlan | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | 5 | 76.00 | | | | | |
| Rio San Lorenzo | | | | | 1 | 9 | 2 | 5 | 10 | 7 | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 38 | 75.94 | 1.85 | | | | |
| Bahia de Tonala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | |
| Bahia Sta Maria | | | | | | 1 | 1 | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 9 | 75.00 | 1.07 | | | | |
| COLOMBIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Guasacama (Tunisco) | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 77.00 | | | 1 | | |

* Lecturio

** Holidaje

*** Especimen colectado en la estación Albatross 3043, en abril 10, 1989. USNM

Tabla 3. Distribución de frecuencias del número de radios en la aleta anal de *Citharichthys fragilis* y *C. gordae*. Promedio (Prom), Desviación estándar (DE) y no cuantificados por estar dañados (NP).

| | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | NP | n | Prom | DE | | |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|------|------|------|
| <i>Citharichthys fragilis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EE.UU. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S. California Bight | | | | | 2 | 2 | 2 | 4 | 8 | 4 | 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | 32 | 67.3 | 2.11 | | |
| MEXICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cabo San Miguel | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 3 | 68.0 | | |
| Roca Consag | | | | 1 | | | 1 | 12 | 13 | 6 | 5 | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 | 40 | 68.0 | 1.40 | |
| Pta. Willard - Roca Consag | | | | | | 1 | | 5 | 4 | 3 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | 15 | 67.9 | 1.29 | | |
| Bahía Sta. Ines | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 2 | 67.0 | | |
| Isla Angel de la Guardia | | | | | 2 | | | 4 | 1 | 2 | 3 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 14 | 68.1 | 2.20 | | |
| Punta Santo Domingo | | | | | | | 1*** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 66.0 | | |
| Río Santo Domingo | | | | 1 | | 1 | 1 | | | | 4 | 3 | | | | | | | | | | | | | | 2 | 12 | 67.0 | 2.32 | |
| Isla Tiburón | | | | | | | | | | 1* | | | | | | | | | | | | | | | | | | 66.0 | | |
| Bahía Tepoca | | | | | | | | 4 | 1 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | 19 | 68.2 | 2.52 | | |
| Estero Tasiola | | | | | | 1 | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 66.0 | 1.63 | | |
| Monte del Río Fuerte | | | | | | 1 | 2 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | 65.6 | 1.29 | | |
| Isla Tiburón | | | | | | | 5 | 5 | 8 | 6 | 4 | 6 | 2 | 2 | 1 | | | | | | | | | | | 2 | 41 | 68.1 | 2.12 | |
| Guasimas | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 65.0 | | |
| Punta Arbolada | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 2 | 67.0 | | |
| Bahía Ceuta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 59.0 | | |
| <i>Citharichthys gordae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MEXICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Barro Colorado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 57.0 | |
| Pta. Pixtla | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | 5 | | |
| Mazatlan | | | | 2 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | 9 | 22 | 55.5 | 2.15 |
| Río San Lorenzo | | | | | | | 5 | 4 | 10 | 7 | 8 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | 36 | 58.5 | 1.65 | |
| Barra de Tonala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | |
| Bahía Sta Maria | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | 7 | 64.4 | 5.13 | | |
| COLOMBIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Guasama (Tumaco) | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | 2 | 60.5 | 0.71 | | |

* Lectotipo

** Holotipo

*** Especimen colectado en la estación Albatross 3043, en abril 10, 1969, USNM

Tabla 4. Distribución de frecuencias del número de branquiespinas en el arco superior (A) y el arco inferior (B) de *Citharichthys fragilis* y *C. gordae*. Promedio (Prom), Desviación estándar (DE) y no cuantificados por estar dañados (NP).

A

| | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | NP | n | Prom | DE |
|-------------------------------|------|----|----|----|---|---|----|----|----|------|------|
| <i>Citharichthys fragilis</i> | | | | | | | | | | | |
| EE.UU. | | | | | | | | | | | |
| S. California Bight | 11 | 16 | 5 | | | | | | 32 | 7.61 | 0.59 |
| MEXICO | | | | | | | | | | | |
| Cabo San Miguel | 1 | 1 | | | | | | | 2 | 7.50 | 0.71 |
| Roca Conseg | 1 | 11 | 16 | 12 | | | | | 40 | 7.98 | 0.83 |
| Pta. Willard - Roca Conseg | 1 | 9 | 5 | | | | | | 15 | 8.27 | 0.59 |
| Bahia Sta. Ines | 1 | | | | | | | | 2 | 6.00 | 2.83 |
| Isla Angel de la Guarda | 3 | 7 | 3 | 1 | | | | | 14 | 6.14 | 0.86 |
| Bahia Santo Domingo | 1*** | | | | | | | | 1 | 7.00 | |
| Rio Santo Domingo | 1 | 6 | 5 | | | | | | 12 | 6.33 | 0.65 |
| Isla Tiburón | 1* | | | | | | | | 1 | 6.00 | |
| Bahia Tepoca | 2 | 11 | 5 | | | | | | 18 | 6.21 | 0.63 |
| Estero Tascota | 1 | 2 | | | | | | | 3 | 7.67 | 0.58 |
| Morre del Rio Fuerte | 1 | 1 | 3 | | | | | | 5 | 7.20 | 1.30 |
| Isla Tiburón | 6 | 26 | 9 | | | | | | 41 | 8.07 | 0.61 |
| Guasimas | 1 | | | | | | | | 1 | 6.00 | |
| Punta Arbolada | | | | 2 | | | | | 2 | 9.00 | |
| <i>Citharichthys gordae</i> | | | | | | | | | | | |
| MEXICO | | | | | | | | | | | |
| Banco Gorda | | | | 3 | 2 | | | | 5 | 6.40 | 0.55 |
| Pta. Praxda | 1 | 5 | 5 | 5 | | | | | 16 | 7.38 | 0.86 |
| Mazatlan | 1 | 4 | 22 | 10 | 1 | | | | 38 | 8.16 | 0.75 |
| Rio San Lorenzo | | | | | | | | | 1 | 9.00 | |
| Bahia de Tonala | | | | | | | | | 1 | 6.14 | 0.69 |
| Bahia Sta Maria | 1 | 4 | 2 | | | | | | 7 | 6.14 | 0.69 |
| COLOMBIA | | | | | | | | | | | |
| Guasmas (Tunaco) | 1 | | | | | | | | 2 | 5.50 | 0.73 |

* Lectopico

** Helitopico

*** Especimen colectado en la estación Albarosa 3043, en abril 10, 1988. USNM

B

| | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | np | n | Prom | DE |
|-------------------------------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|------|
| <i>Citharichthys fragilis</i> | | | | | | | | | | | | |
| EE.UU. | | | | | | | | | | | | |
| S. California Bight | 2 | 11 | 10 | 9 | | | | | | 32 | 17.81 | 0.59 |
| MEXICO | | | | | | | | | | | | |
| Cabo San Miguel | 2 | | | | | | | | 1 | 3 | 16.00 | |
| Roca Conseg | 1 | 21 | 14 | 4 | | | | | | 40 | 17.53 | 0.72 |
| Pta. Willard - Roca Conseg | 1 | 8 | 2 | 3 | | | | | | 16 | 17.33 | 1.11 |
| Bahia Sta. Ines | 1 | 1 | | | | | | | | 2 | 18.50 | 0.71 |
| Isla Angel de la Guarda | 5 | 8 | 1 | | | | | | | 14 | 17.71 | 0.61 |
| Bahia Santo Domingo | 1*** | | | | | | | | | 1 | 16.00 | |
| Rio Santo Domingo | 5 | 4 | 2 | 1 | | | | | | 12 | 17.92 | 1.00 |
| Isla Tiburón | 1* | | | | | | | | | 1 | 17.00 | |
| Bahia Tepoca | 3 | 7 | 7 | 2 | | | | | | 19 | 17.42 | 0.90 |
| Estero Tascota | 3 | | | | | | | | | 3 | 17.00 | |
| Morre del Rio Fuerte | 4 | 1 | | | | | | | | 5 | 17.20 | |
| Isla Tiburón | 1 | 2 | 22 | 12 | 4 | | | | | 41 | 0.45 | |
| Guasimas | 1 | | | | | | | | | 1 | 17.00 | |
| Punta Arbolada | | | | 2 | | | | | | 2 | 17.00 | |
| <i>Citharichthys gordae</i> | | | | | | | | | | | | |
| MEXICO | | | | | | | | | | | | |
| Banco Gorda | | | | | | | | | | 1 | | |
| Pta. Praxda | 3 | 2 | | | | | | | | 5 | 16.80 | 1.10 |
| Mazatlan | 1 | 3 | 12 | 3 | | | | | | 19 | 16.84 | 0.90 |
| Rio San Lorenzo | 6 | 17 | 14 | 1 | | | | | | 38 | 17.26 | 0.76 |
| Bahia de Tonala | 1 | | | | | | | | | 1 | 17.00 | |
| Bahia Sta Maria | | | | 5 | 2 | | | | | 7 | 17.29 | 0.49 |
| COLOMBIA | | | | | | | | | | | | |
| Guasmas (Tunaco) | 1 | | | | | | | | | 2 | 16.00 | 1.41 |

Tabla 5. Distribución de frecuencias del número de escamas en la línea lateral de *Citharichthys fragilis* y *C. gordae*. Promedio (Prom), Desviación estándar (DE) y no cuantificados por estar dañados (NP).

| | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | NP | n | Prom | DE | | |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|------|-------|-------|------|
| <i>Citharichthys fragilis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EE UU. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S. California Bight | 2 | 1 | 1 | 1 | 5 | 7 | 5 | 6 | 5 | | | | | | | | | | | | | | 32 | 46.44 | 1.95 | |
| MEXICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cabo San Miguel | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 3 | 52.00 | 2.83 |
| Roca Consag | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 40 | 48.05 | 1.24 | |
| Pta. Willard - Roca Consag | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15 | 46.60 | 2.69 | |
| Bahía Sta. Ines | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 47.00 | | |
| Isla Angel de la Guarda | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 14 | 47.14 | 2.54 | |
| Bahía Santo Domingo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 12 | 44.92 | 3.09 | |
| Río Santo Domingo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 41 | 47.34 | 1.64 | |
| Isla Tiburón | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 19 | 48.42 | 2.09 | |
| Bahía Tepoca | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 45.33 | 2.31 | |
| Estero Tasiota | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | 44.40 | 2.88 | |
| Norte del Río Fuerte | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 49.00 | | |
| Isla Tiburón | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 46.50 | 2.12 | |
| Guasimas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 50.00 | | |
| Punta Arboleda | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Citharichthys gordae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MEXICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Banco Gorda | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 49.00 | |
| Pta. Plaxita | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | 40.20 | 1.79 |
| Mazatlan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10 | 20 | 42.20 | 2.86 |
| Río San Lorenzo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 42 | 43.81 | 2.92 | |
| Bahía de Tonala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 44.00 | | |
| Bahía Sta. María | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 7 | 44.29 | 2.87 | |
| COLOMBIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Guasama (Tunisco) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 45.00 | 2.83 |

*Lecotipo

** Holotipo

*** Especimen colectado en la estación Albatross 3043, en abril 10, 1959 USNM

Tabla 6. Distribución de frecuencias de los caracteres merísticos de *Citharichthys fragilis* y *C. gorda* (especímenes agrupados). Promedio (Prom), Desviación estándar (DE) y no cuantificados por estar

| | | Radios en la aleta dorsal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Prom | DE | | | | | |
|--------------------|-----------------------|-----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|----|----|------|-------|-------|------|
| | | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | n | | | |
| <i>C. fragilis</i> | Todos los especímenes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E.U. | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 7 | 5 | | | | | 1 | | 32 | 84.22 | 2.77 | |
| MEXICO | | | | | | | | | | | | 1 | 2 | 4 | 10 | 15 | 18 | 25 | 30 | 23 | 10 | 6 | 6 | | 1 | 1 | 151 | 85.38 | 2.31 | |
| <i>C. gorda</i> | Todos los especímenes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MEXICO | | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | 10 | 5 | 8 | 12 | 11 | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | | 56 | 74.93 | 2.31 | |
| COLOMBIA | | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 | 2 | 77.00 | 1 | |
| | | Radios en la aleta anal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Prom | DE | | | | | |
| | | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | n | | | |
| <i>C. fragilis</i> | Todos los especímenes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E.U. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 32 | 67.3 | 2.11 |
| MEXICO | | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 5 | 10 | 11 | 34 | 34 | 22 | 19 | 7 | 2 | 2 | | | 2 | 149 | 67.75 | 2.12 | |
| <i>C. gorda</i> | Todos los especímenes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MEXICO | | 2 | 4 | 1 | 8 | 5 | 12 | 11 | 9 | 2 | 1 | 18 | 7 | | | | | | | | | | | | | | 81 | 59.83 | 3.49 | |
| COLOMBIA | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 60.5 | 0.71 | | |
| | | Escamas en la línea lateral | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Prom | DE | | | | | |
| | | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | n | | | |
| <i>C. fragilis</i> | Todos los especímenes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E.U. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 32 | 46.44 | 1.95 |
| MEXICO | | | | | 2 | | 3 | 3 | 14 | 9 | 10 | 32 | 42 | 22 | 12 | 2 | 3 | 2 | | | | | | | | | 2 | 156 | 47.25 | 1.82 |
| <i>C. gorda</i> | Todos los especímenes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MEXICO | | 1 | 1 | 2 | 11 | 4 | 7 | 6 | 11 | 8 | 6 | 2 | 3 | 2 | | | | | | | | | | | | | 1 | 65 | 43.52 | 2.8 |
| COLOMBIA | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 2 | 46.00 | 2.83 |

dañados (NP).

| | | Branquiespinas en el primer arco inferior | | | | | | | | | | n | Prom | DE | |
|-----------------------|--|---|----|----|----|----|----|----|----|----|--|-----------------------------|-------|------|--|
| | | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | | | | | | |
| <i>C. fragilis</i> | | | | | | | | | | | | | | | |
| Todos los especimenes | | | | | | | | | | | | | | | |
| E.U. | | | | 2 | 11 | 10 | 9 | | | | | 32 | 17.81 | 0.93 | |
| MEXICO | | 2 | 10 | 79 | 48 | 16 | 1 | 0 | | | | 156 | 17.44 | 0.83 | |
| <i>C. gorzae</i> | | | | | | | | | | | | | | | |
| Todos los especimenes | | | | | | | | | | | | | | | |
| MEXICO | | 1 | 0 | 9 | 35 | 19 | 1 | 0 | | | | 65 | 17.14 | 0.78 | |
| COLOMBIA | | 1 | | 1 | | | | | | | | 2 | 16 | 1.41 | |
| | | Branquiespinas en el primer arco superior | | | | | | | | | | n <th>Prom</th> <th>DE</th> | Prom | DE | |
| | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | |
| <i>C. fragilis</i> | | | | | | | | | | | | | | | |
| Todos los especimenes | | | | | | | | | | | | | | | |
| E.U. | | | | | | | 11 | 16 | 5 | | | 32 | 7.81 | 0.88 | |
| MEXICO | | 1 | 1 | 1 | 1 | 27 | 83 | 42 | 1 | | | 153 | 8.046 | 0.81 | |
| <i>C. gorzae</i> | | | | | | | | | | | | | | | |
| Todos los especimenes | | | | | | | | | | | | | | | |
| MEXICO | | | | | | 2 | 10 | 37 | 20 | 1 | | 70 | 8.114 | 0.77 | |
| COLOMBIA | | | | | | 1 | 1 | | | | | 2 | 5.5 | 0.71 | |

ANEXO 3

CLAVE DICOTÓMICA DEL GÉNERO *Citharichthys* *

- 1a. Generalmente 5 radios en la aleta pélvica del lado oculado; cabeza pequeña (22.2% - 27.7% de la LE); cuerpo muy comprimido, profundidad >50% de LE *C. mariajorisae*
- 1b. Generalmente 6 radios (raramente 7) en la aleta pélvica del lado oculado → 2
- 2a. Aleta pectoral del lado ocular muy larga, mayor que la longitud cefálica, con coloración oscura; línea lateral recta; coloración del lado oculado café oscuro, casi uniforme, con pecas blancas y coloración naranja cobre *C. xanthostigma*
- 2b. Aleta pectoral del lado ocular menos larga que la longitud cefálica → 3
- 3a. 8-10 branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial → 4
- 3b. ≥ 12 branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial → 5
- 4a. Aleta pectoral del lado ocular aproximadamente 75% de la longitud de la cabeza; longitud de la cabeza 31.5 – 38.3% de LE; profundidad del cuerpo 38.5-52.4% de LE; radios dorsales 73-84; radios anales 57-65; escamas en la línea lateral 41-46 *C. platophrys*
- 4b. Aleta pectoral del lado ocular aproximadamente 43-59% de la longitud de la cabeza; longitud de la cabeza 28.6-30.8% de LE; profundidad

del cuerpo 40.0-45.5% de LE; radios dorsales 83-92; radios anales 67-72; escamas en la línea lateral 53-58 *C. stigmaeus*

5a. Escamas en la línea lateral 61-70; branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial 12-16 *C. sordidus*

5b. Escamas en la línea lateral ≤ 54 ; $\rightarrow 6$

6a. Longitud total hasta 280 mm; branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial 12-15; radios dorsales 76-89; radios anales 56-67; escamas en la línea lateral 39-45; común en aguas salobres y dulces *C. gilberti*

6b. Longitud total hasta 150.5 mm $\rightarrow 7$

7a. Longitud de la cabeza 28% de LE; branquiespinas 15-21; número de radios dorsales 76-92; número de radios anales 59-73; escamas deciduas; exclusivamente marino *C. fragilis*

7b. Longitud de la cabeza 36% de LE; branquiespinas 14-19; número de radios dorsales 68-79; número de radios anales 53-63; escamas fijamente adheridas al cuerpo 37-52; exclusivamente marino..... *C. gordae*

**Citharichthys gnathus*, especie endémica de las Islas Galápagos de aguas profundas, no se comparó debido a que no se pudo revizar ningún espécimen y no se contaba con la información requerida.

ANEXO 4**TABLAS DE DATOS MORFOMÉTRICOS Y MERÍSTICOS DE
Syacium ovale y *S. longidorsale***

Tabla 1. Mediciones (mm), proporciones y conteos de *Syacium ovale* y *S. longidorsale*. Las proporciones son en porcentaje de la longitud estándar (%LE), longitud cefálica (%LC) o diámetro ocular superior (%DO). Los especímenes provienen del Pacífico Este y Golfo de California.

| Caracteres | <i>S. ovale</i> n = 108 | | | | <i>S. longidorsale</i> n = 23 | | | |
|--|----------------------------|--------|----------|---------------------|----------------------------------|--------|----------|---------------------|
| | Mínimo | Máximo | Promedio | Desviación estándar | Mínimo | Máximo | Promedio | Desviación estándar |
| Morfométricos | | | | | | | | |
| Longitud total (mm) | 81.29 | 224.00 | 144.52 | 27.24 | 91.07 | 141.37 | 104.53 | 16.58 |
| Longitud estándar (mm) | 20.33 | 193.00 | 119.71 | 26.06 | 73.35 | 118.80 | 86.65 | 14.73 |
| Profundidad del cuerpo (% LS) | 28.66 | 94.31 | 57.14 | 12.83 | 34.17 | 58.71 | 40.59 | 7.19 |
| Longitud de la Cabeza (% LS) | 17.92 | 53.37 | 34.25 | 6.87 | 20.15 | 32.76 | 24.14 | 3.73 |
| Diámetro del ojo inferior (% LC) | 4.66 | 11.03 | 7.74 | 1.33 | 5.08 | 7.71 | 5.89 | 0.72 |
| Ancho interorbital (% LC) | 0.53 | 2.65 | 1.40 | 0.47 | 0.48 | 1.58 | 0.87 | 0.26 |
| Longitud de la mandíbula superior (% LC) | 7.04 | 19.88 | 12.78 | 2.45 | 7.96 | 12.00 | 9.14 | 1.30 |
| Longitud del hocico al ojo superior (% LC) | 2.86 | 8.85 | 5.63 | 1.20 | 3.86 | 5.44 | 4.53 | 0.43 |
| Longitud del hocico al ojo superior (% DO) | 57.38 | 95.15 | 72.02 | 7.62 | 57.14 | 97.32 | 73.31 | 8.80 |
| Longitud del hocico al ojo inferior (% LC) | 3.29 | 11.72 | 7.02 | 1.57 | 3.09 | 7.02 | 4.14 | 1.18 |
| Longitud de la aleta pectoral (% LS) | 5.69 | 26.54 | 9.33 | 3.61 | 6.72 | 33.10 | 17.43 | 7.59 |
| Longitud de la aleta pélvica (% LS) | 5.62 | 21.06 | 11.45 | 2.81 | 5.29 | 9.69 | 7.40 | 1.19 |
| Longitud de la aleta dorsal (% LS) | 62.15 | 173.62 | 113.57 | 20.22 | 69.20 | 111.31 | 79.77 | 13.10 |
| Longitud de la aleta anal (% LS) | 52.68 | 140.36 | 87.65 | 15.44 | 52.29 | 84.91 | 61.97 | 10.49 |
| Profundidad del pedunculo caudal (% LS) | 7.79 | 21.80 | 14.07 | 2.79 | 7.51 | 14.03 | 9.43 | 1.67 |
| Profundidad del pedunculo pectoral (% LS) | 2.32 | 8.13 | 4.92 | 1.13 | 2.29 | 4.80 | 3.15 | 0.69 |
| Número de radios en las aletas | | | | | | | | |
| Dorsal (lado ocular) | 75 | 89 | 82.60 | 2.48 | 79 | 87 | 83.15 | 2.21 |
| Anal (lado ocular) | 56 | 69 | 64.29 | 2.59 | 58 | 70 | 65.55 | 3.66 |
| Caudal | 15 | 17 | 15.12 | 0.41 | 15 | 16 | 15.05 | 0.22 |
| Pectoral (lado ocular) | 8 | 11 | 10.17 | 0.48 | 9 | 10 | 9.30 | 0.47 |
| Pélvica (lado ocular) | 5 | 6 | 5.99 | 0.12 | 6 | 7 | 6.10 | 0.31 |
| Branquiaspinas en el primer arco (lado inferior) | 7 | 10 | 7.87 | 0.51 | 7 | 8 | 7.65 | 0.49 |
| Branquiaspinas en el primer arco (lado superior) | 1 | 4 | 2.77 | 0.55 | 3 | 5 | 3.80 | 0.52 |

Tabla 2. Mediciones (mm) para el análisis de entrecruzamiento de *Syacium ovale* y *S. longidorsale*. Las proporciones son en porcentaje de la longitud estándar (LE). Los especímenes provienen del Golfo de California.

| Caracteres | <i>S. ovale</i> n = 15 | | | <i>S. longidorsale</i> n = 19 | | |
|---|---------------------------|--------|------------------------------------|----------------------------------|--------|------------------------------------|
| | mínimo | máximo | Desviación promedio estándar | mínimo | máximo | Desviación promedio estándar |
| Análisis de entrecruzamiento | | | | | | |
| Del centro del ojo superior a la parte más alta del cuerpo (LOJO) | 36.38 | 45.37 | 41.81 | 39.40 | 51.20 | 44.13 |
| De la parte más alta del cuerpo a la inserción del preopérculo (LOPER) | 43.58 | 49.46 | 47.75 | 45.09 | 59.67 | 50.17 |
| De la parte más alta del cuerpo a la inserción de la aleta pectoral (LPEL) | 25.09 | 45.58 | 29.91 | 26.71 | 36.02 | 30.24 |
| De la parte más alta del cuerpo a la inserción inferior de la aleta caudal (LCAUI) | 61.10 | 75.52 | 68.79 | 63.60 | 81.84 | 71.30 |
| Desde la inserción de la aleta anal a la inserción superior de la aleta caudal (ANCAUS) | 74.58 | 88.13 | 81.36 | 80.77 | 98.81 | 85.09 |
| Desde la inserción de la aleta anal a la inserción de la aleta pectoral (ANPEC) | 16.58 | 20.16 | 18.17 | 16.73 | 20.99 | 18.36 |
| Del ojo superior a la inserción de la aleta anal (ANOJO) | 27.47 | 35.19 | 31.50 | 29.88 | 37.65 | 32.50 |
| Desde la inserción de la aleta pectoral a la inserción de la aleta pélvica (PEPEL) | 16.12 | 18.45 | 17.25 | 1.73 | 23.49 | 17.21 |
| Del ojo superior a la inserción del preopérculo (ALICAB) | 14.02 | 16.52 | 15.16 | 14.68 | 18.53 | 15.78 |
| Del hocico al ojo superior (FRENT) | 4.14 | 5.55 | 4.68 | 4.65 | 5.88 | 5.11 |
| Del hocico a la inserción de la aleta pélvica (HOPEL) | 24.94 | 28.38 | 26.64 | 22.80 | 33.26 | 27.17 |
| De la parte más alta del cuerpo a la inserción de la aleta pélvica (LPEL) | 20.02 | 46.98 | 43.81 | 44.47 | 57.21 | 47.72 |
| De la parte más alta del cuerpo a la inserción de la aleta pectoral (LANA) | 41.96 | 47.84 | 45.39 | 28.22 | 57.35 | 45.39 |

ANEXO 5
AMORTIGUADORES

POULIK

| | |
|--------------|---------|
| Electrodos | pH. 8.2 |
| Ácido Bórico | 18.5g |
| NaOH | 2.4g |

| | |
|---------------|--------|
| Gel | pH 8.7 |
| Tris | 2.3g |
| Acido Cítrico | 0.27g |

PC 6.3

| | |
|-------------------|-------|
| Electrodos | |
| Citrato Trisódico | 44.1g |
| Fosfato | 37.4g |

Monobásico
Gel

Dilución 1:40 del Electrodo

TM 6.9

| | |
|----------------|-------|
| Electrodos | |
| Tris | 12.1g |
| Anhidra Málica | 9.8g |
| EDTA | 3.7g |

Gel

Dilución 1:10 del electrodo

TC 8.0

| | |
|---------------|-------|
| Electrodos | |
| Tris | 75.6g |
| Ácido Cítrico | 30g |
| Monohidratado | |

Gel

Dilución 1:30 del electrodo

TC 7.0

| | |
|---------------|--------|
| Electrodos | |
| Tris | 16.35g |
| Ácido Cítrico | 9.04 |

Monobásico

Gel

Dilución 1:14 del electrodo

TC 6.8

| | |
|------|------------------|
| Tris | 0.061g |
| HCl | Ajustar a pH 6.8 |

5X TBE

| | |
|------------------|-------|
| Ácido Bórico | 54g |
| Tris | 54g |
| EDTA | 19.2g |
| Ajustar a pH 8.0 | |

TRIS GLICINA

| | |
|--------------------------------------|-------|
| Tris | 15.1g |
| Glicina | 94g |
| Agua destilada | 900ml |
| SDS 10% | 50 ml |
| Ajustar con agua destilada a 1000 ml | |

DE CARGA

| | | |
|-----------------|-----|--------|
| TC | 6.8 | 5ml |
| amortiguador | | |
| SDS 10% | | 20µl |
| Bromofenol blue | | 0.001g |
| Glicerol | | 1ml |
| DTT | | 1ml |

ANEXO 6

SOLUCIONES DE TINCIÓN

ACP (Acid Phosphatasa)

| | |
|---------------------------|-------|
| Acetato de Sodio | 0.33g |
| a-naphthyl acid phosphate | 0.15g |
| Bromophenol Blue | 0.05g |
| Agua Destilada | 50ml |

ADH (Alcohol Dehidrogenasa)

| | |
|-----------------------|------|
| 0.2 M Tris HCl pH 8.0 | 40ml |
| Etanol | 5ml |
| NAD 10mg/ml | 1ml |
| NBT 5mg/ml | 1ml |
| PMS 5mg/ml | 1ml |

AAT (Aspartato Aminotransferasa)

| | |
|---------------------------------|-------|
| 0.2 M Tris HCl pH 8.0 | 50 ml |
| Acido L-Aspártico | 0.23g |
| a-Ketoglutaric acid | 0.10g |
| Ajustar pH a 8.0 con 4.0 N NaOH | |
| Piridoxal-5 fosfato | 0.01 |
| Fast blue BB salt | 0.10 |

CK (Creatin Kinasa)

| | |
|---|-------|
| 0.2 M Tris HCl pH 7.0 | 50ml |
| 0.1 M MgCl ₂ 6H ₂ O | 1ml |
| Adenosin 5-Difosfato | 0.03g |
| D-Glucosa | 0.05g |
| Hexokinasa | 40U |
| Fosfocreatina | 0.05g |
| G6PDH | 40U |
| NAD 10mg/ml | 1ml |
| NBT 5mg/ml | 1ml |
| PMS 5mg/ml | 1ml |

 α GPDH (Glucosa fosfato dehidrogenasa)

| | |
|---|------|
| 0.2 M Tris HCl pH 8.0 | 50ml |
| D-Glicerol Fosfato | 1g |
| NAD 10mg/ml | 1ml |
| NBT 5mg/ml | 1ml |
| PMS 5mg/ml | 1ml |
| 0.1 M MgCl ₂ 6H ₂ O | 1ml |

GPI (Glucosa-6-fosfato isomerasa)

| | |
|---|--------------|
| 0.2 M Tris-HCl, pH 8.0 | 50ml |
| 0.1 M MgCl ₂ 6H ₂ O | 5ml |
| D-glucosa-6-fofato | 0.04g |
| G6PDH | 40 NAD units |
| NAD 10mg/ml | 1ml |
| NBT 5mg/ml | 1ml |
| PMS 5mg/ml | 1ml |

G6PDH (Glucosa-6-fosfato dehidrogenasa)

| | |
|---|--------------|
| 0.2 M Tris-HCl, pH 8.0 | 5ml |
| 0.1 M MgCl ₂ 6H ₂ O | 5ml |
| Acido 6-Fosfogluconico | 0.01g |
| G6PDH | 40 NAD units |
| NADP | 0.01g |
| NBT 5mg/ml | 1ml |
| PMS 5mg/ml | 1ml |

IDH (Isocitrato Dehidrogenasa)

| | |
|---|--------|
| 0.2 M Tris HCl pH 8.0 | 50ml |
| 0.1 M MgCl ₂ 6H ₂ O | 3ml |
| 0.1 M Acido D-Isocitrico | 3ml |
| NADP | 0.001g |
| NBT 5mg/ml | 1ml |
| PMS 5mg/ml | 1ml |

LDH (Lactato Dehidrogenasa)

| | |
|-----------------------------|------|
| 0.2 M Tris HCl pH 8.0 | 50ml |
| 1.0 M Litium Lactato pH 8.0 | 4ml |
| NAD 10mg/ml | 1ml |
| NBT 5mg/ml | 1ml |
| PMS 5mg/ml | 1ml |

MDH (Malato Dehidrogenasa)

| | |
|-----------------------|-------|
| 0.2 M Tris HCl pH 8.0 | 50 ml |
| 2.0 M Ácido D-Málico | 5ml |
| NAD 10mg/ml | 1ml |
| NBT 5mg/ml | 1ml |
| PMS 5mg/ml | 1ml |

ME (Enzima Málica)

| | |
|---|--------|
| Sol. Sustrato MDH (Ver agentes y soluciones para la tinción) | 2.5ml |
| 0.1 M MgCl ₂ 6H ₂ O | 1ml |
| Ácido 6-Fosfogluconico | 0.01g |
| NADP | 0.001g |
| NBT 5mg/ml | 0.5ml |
| PMS 5mg/ml | 0.5ml |

PGM (Fosfoglucomutasa)

| | |
|---|--------------|
| 0.2 M Tris-HCl, pH 8.0 | 50ml |
| 0.1 M MgCl ₂ 6H ₂ O | 5ml |
| a-D-Glucosa 1-Fosfato | 0.1g |
| G6PDH | 40 NAD units |
| NAD 10mg/ml | 1ml |
| NBT 5mg/ml | 1ml |
| PMS 5mg/ml | 1ml |

SOD (Superoxi Dismutasa)

| | |
|------------------------|------|
| 0.2 M Tris-HCl, pH 9.0 | 50ml |
| NBT 5mg/ml | 1ml |
| PMS 5mg/ml | 1ml |

EST (Esterasa)

| | |
|------------------------|--------|
| 0.2 M Tris-HCl, pH 7.0 | 50ml |
| αNaftil acetato | 3ml |
| Azul rápido | 0.05 g |

SP (Proteínas sarcoplásmicas)

| | |
|---|-----|
| Naftol Blue Black 1:5:5 A. Acético, Metanol, Agua Dest. | 1 g |
|---|-----|

GDH (Glucosa dehidrogenasa)

| | |
|-----------------------------------|-------|
| 0.05 M Fosfato de potasio, pH 7.0 | 50ml |
| D glucosa | 9g |
| NBT 5mg/ml | 1ml |
| PMS 5mg/ml | 1ml |
| NAD | 0.01G |

G3PD (Gliceraldehido 3 fosfato dehidrogenasa)

| | |
|------------------------|--------|
| 0.2 M Tris-HCl, pH 7.0 | 50ml |
| Aldolasa | 0.001g |
| Fructosa fosfato | 0.25g |
| NBT 5mg/ml | 1ml |
| PMS 5mg/ml | 1ml |
| NAD | 0.01g |

AGENTES PARA LA TINCIÓN

Solución Sustrato MDH pH 7.0

| | |
|---------------------------------------|-------|
| Ácido D-Málico | 1.34g |
| 2.0 M Na ₂ CO ₃ | 4.9ml |
| Agua Destilada | 5.1ml |

0.2 M Tris HCl

| | |
|--------------------|-------|
| Tris | 24.2g |
| Ajustar pH con HCl | |

0.1 M Tris HCl

| | |
|--------------------|------|
| Tris | 12.1 |
| Ajustar pH con HCl | |

ANEXO 7**DIAGRAMAS DE LA ELABORACIÓN DE UN GEL DE ALMIDÓN**

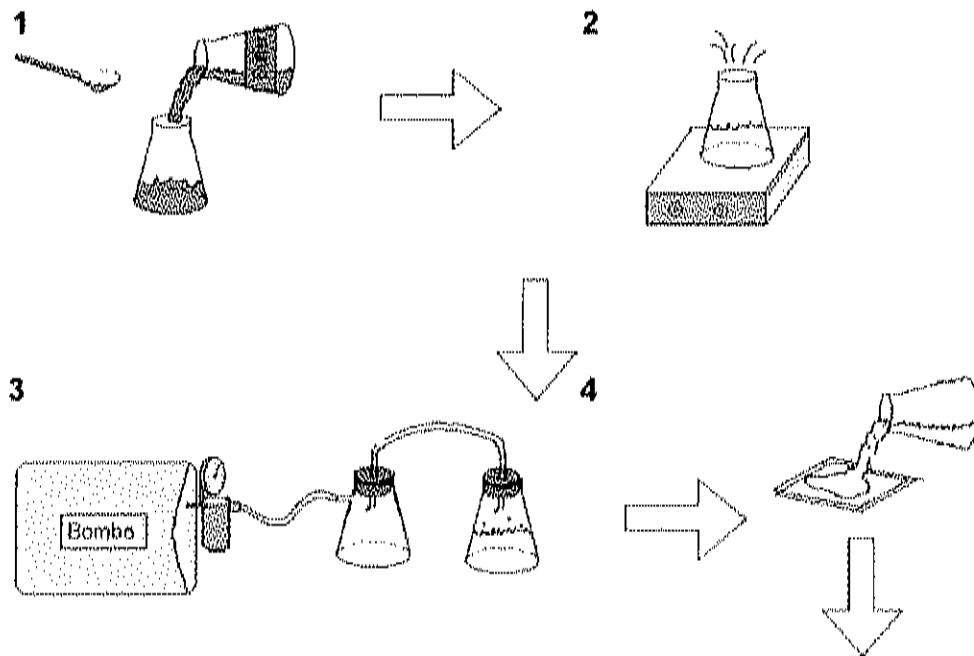


Figura 1. Diagrama de la elaboración de un gel de almidón: 1) mezcla del almidón con la solución amortiguadora, 2) cocimiento del gel 3) extracción del aire del gel para eliminar las burbujas y 4) vaciado del gel a la placa gelificadora.